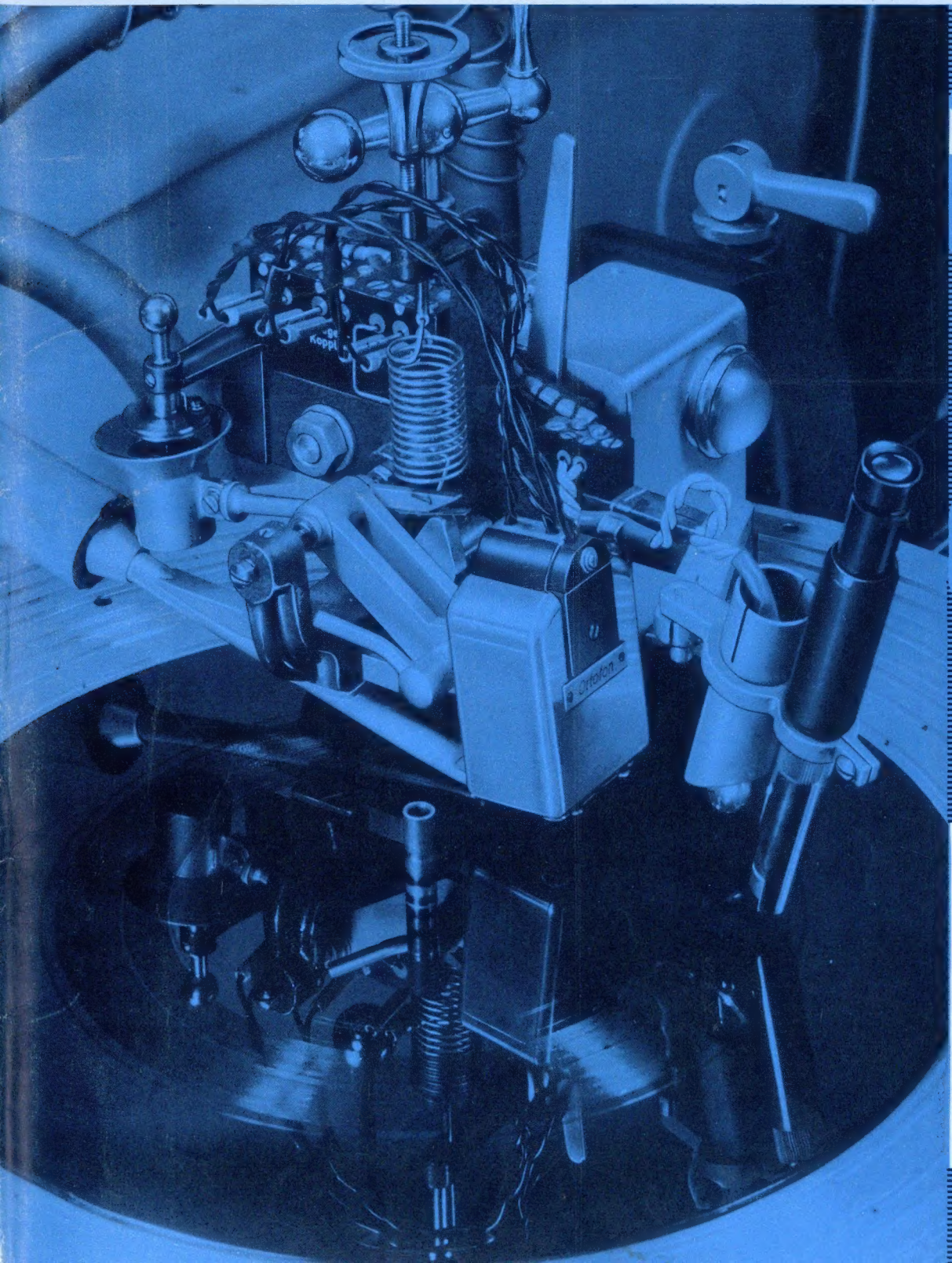
Postverlagsort München

Funkschau

Vereinigt mit dem Radio-Magazin

MIT FERNSEH-TECHNIK, SCHALLPLATTE UND TONBAND



Bauanleitung für Geiger-Müller-Zähl
15-Watt-Hi-Fi-Verstärker
Schallplatten-Schneidkennlinien
und ihre Entzerrung
Bauanleitung für RC-Meßbrücke
mit Transistoren

15

1. AUGUST-HEFT 1958

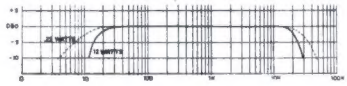
PREIS: 1.20 DM

mit Praktikerteil
und Ingenieurseiten

Heathkit
MESSGERÄTE

WELTBEKANNT, ZUVERLÄSSIG

KLEIN IM PREIS - GROSS IN DER LEISTUNG



EA-2
Hi-Fi-12 Watt
Gegentakt-Vollverstärker, komplett mit Vorverstärker, Bausatz DM 229.-
Betriebsfertiges Gerät DM **279.-**

V-7A
Röhrenvoltmeter 30 Messb. =
~HF Ω 0 . . . 1,5 / 1500 V
0,2 Ω . . . 500 M Ω
Bausatz DM 209.- Betriebsfertiges Gerät DM **249.-**

O-12
Breitband-Oszillograph, 3 Hz . . . 5 MHz, Kipp 10 Hz . . . 500 kHz
13 cm Schirm, Bausatz DM 599.-
Betriebsfertiges Gerät DM **699.-**

AG-10
Sinus-Rechteckgenerator,
20 Hz-1 MHz, Ausgangsp. 10 V.
Bausatz DM 449.- Betriebsfertiges Gerät DM **494.-**

DAYSTROM ELEKTRO
GMBH
FRANKFURT / MAIN
FRIEDENSSTR. 8-10 · TEL. 21522/25122

Hand in Hand

mit den Wünschen des fortschrittlichen Reparatur-Betriebes geht das

B-S-B

Das **BÜRKLIN-SCHNELLVERSAND-BESTELLBUCH** für

- Rundfunkröhren
- USA-Röhren
- Dioden · Transistoren
- Wimatrop-Elektrolyt-Kondensatoren
- Rundfunk- u. Fernseh-Gleichrichter
- Trockenrasierer
- Tonbänder

Ihr Exemplar liegt bereit!

Es bringt Ihnen außergewöhnliche Preise und beseitigt alle Versandspesen.

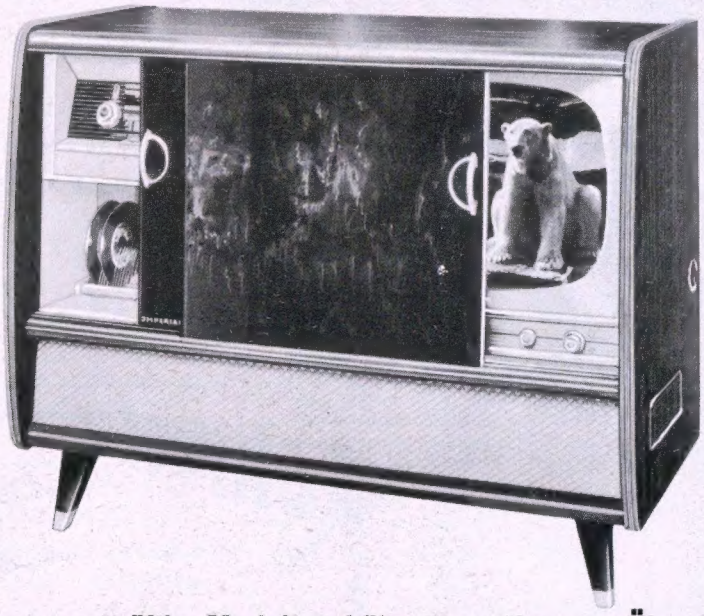
Schreiben Sie gleich an:

BÜRKLIN

MÜNCHEN 15 · SCHILLERSTR. 27 · TEL. *555083

..... und das bringt

IMPERIAL



Fernseh-Konzert-Truhe

„Imperator"

53-cm-Bildschirm

IMPERIAL-FS-Chassis Type 821

20 Röhren, Wunderröhre PCC 88, Bildlotse, Klarzeichner, IMPERIAL-Super Type 408, 6 Röhren, 7 AM- + 10 FM-Kr., 5 Lautsprecher-Vollraumklangsystem, 5stuf. Klangregister TELEFUNKEN-10er-Wechsler, 4tourig, Plattenständer

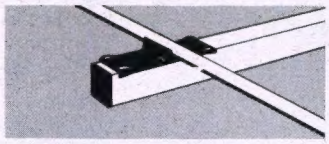
DM 1798,-

17 neue, zugkräftige Modelle erhöhen Ihren Umsatz – Über 30 Jahre IMPERIAL, über 30 Jahre Erfahrung

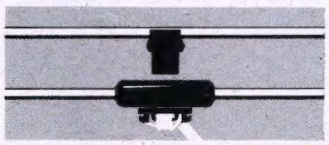
Das neue Zauberwort für mühelose, schnelle, solide Fernsehantennen-Montage ohne Werkzeug am Fenster oder unter Dach:

Elctronik **rast** *Antenne*

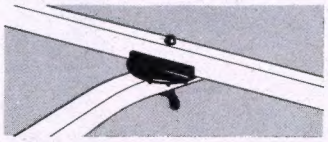
Element-Raste
Sekundenschnell sind die Antennen-Elemente ausgeschwenkt und millimetergenau eingerastet.



Kabel-Raste
Nur ein Fingerdruck, und schon ist das Antennenkabel fest eingerastet.



Richtungs-Raste
Mit einem Handgriff rastet die Fernsehantenne in jede gewünschte Richtung ein.



Elctronik **rast** *Antennen*

sind für Sie und Ihre Fernsehkunden ein voller Erfolg weil kinderleichte rast-Montage, gute elektrische Eigenschaften, Wetter- und Schlagfestigkeit des Materials auf ideale Weise vereinigt sind.

Verlangen Sie bitte kostenlos unsere „Antennenpost" und Antennenkataloge

DEUTSCHE ELEKTRONIK GMBH
Berlin-Wilmersdorf

Elctronik

ERDID

DER LANGLEBENSDAUER-KONDENSATOR FUER ALLE KLIMATE

Größte Betriebssicherheit bei Hitze – Kälte – Feuchtigkeit

Temperatur-Bereich: – 55° C bis + 105° C

Isolationswiderstand:
C < 0,02 µF: ≥ 100 GΩ
C ≥ 0,02 µF: ≥ 1000 sec.

Verlustfaktor: tgδ ≤ 1 % bei 800 Hz u. 20° C

Für Betriebsspannungen:
250 V – /160 V ~, 630 V – /400 V ~
400 V – /250 V ~, 1000 V – /600 V ~

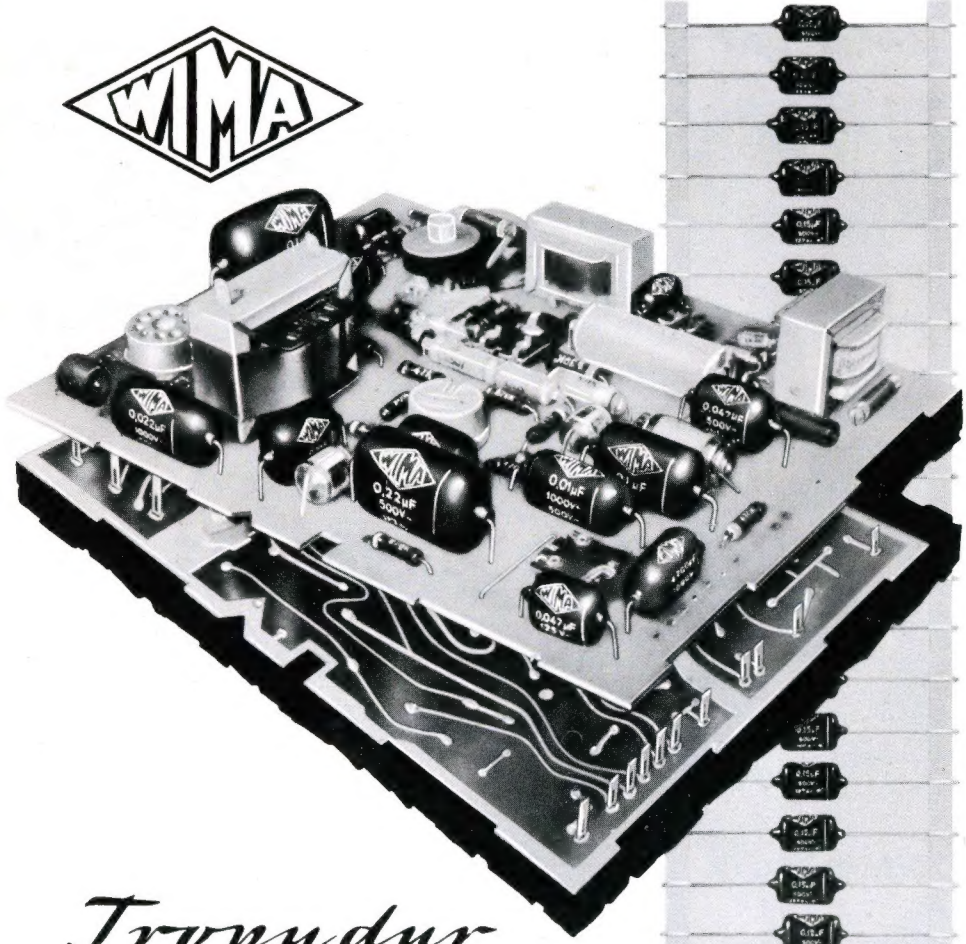
Prüfspg.: 2,5 fache Betriebsgleichspg.

HF-Kontaktsicher · Lötkolbenfest

ERO

ERNST ROEDERSTEIN SPEZIALFABRIK FÜR KONDENSATOREN GMBH LANDSHUT/BAY.

Großhandelsvertrieb für Südbayern:
Firma Dr. Hans Bürklin, München 15, Schillerstraße 27, Tel. 55 03 40



Tropydur

KONDENSATOREN

werden von führenden Firmen der Branche auch in gedruckten Schaltungen verwendet.
Vorteile:

- Raumsparend durch Hochkantmontage
- Neue gedrungene Bauform
- 2,5 — Anpassung an das Raster 2,5
- 10 15 22 33 47 68 — Lieferbar in der internationalen Wertreihe E 6
- Auf Wunsch Lieferung in Streifenverpackung für automatische Bestückung (AB)

WIMA-Tropydur-Kondensatoren werden millionenfach in Radio- und Fernsehgeräten verwendet!

WILHELM WESTERMANN
Spezialfabrik für Kondensatoren
Mannheim - Neckarau, Wattstraße 6 - 10

Münzautomaten

für Fernsehgeräte und Waschmaschinen D.B.G.M.

2 Typen
tausendfach bewährt

Type W 5
zum Selbstkassieren

Type W 6
mit abnehmbarer verschließbarer Eisen-Geldkassette ausgerüstet mit Zyl.-Sicherheitsschloß.

Ausschlaggebende Merkmale beider Typen

1) Speicherzählwerk — Vorauszahlungseinrichtung mit ablesbarer Rücklaufskala.
2) Gewünschte Laufzeiten: 15, 30, 60, 80, 90 und 120 Minuten für 1.— DM-Münze.
3) Kompl. Montage ca. 4 Minuten (kein Löten mehr.)

WYGE-AUTOMAT

Edmund Wycisk, Münzautomatenfabrikation
Frankfurt/M. Fechenheim
Starkenburgerstraße 49, Telefon 84496

Röhren

Neue Preisliste HL 3/58 für den Fachhandel

Material- und Röhrenversand postwendend ab Lager

Bastler und Amateure können leider nicht beliefert werden.

HACKER

WILHELM HACKER KG

Großsortimenter für europ. und USA
- Elektronenröhren -
Elektrolyt-Kondensatoren

BERLIN-NEUKÖLLN, SILBERSTEINSTR. 5-7
Telefon 621212

KURZ UND ULTRAKURZ

Fernauge im Münchener Straßenverkehr. Zur Unterstützung der Lichtsignalanlage für die Verkehrsregelung auf dem Stachus in München, einem der schwierigsten Verkehrsknotenpunkte, hat Grundig eine fernbediente Kamera auf einen 16 m hohen Mast über dem Straßengewimmel montiert. Das 53-cm-Bildschirmgerät steht 800 m im Polizeipräsidium, zur Fernsteuerung (Horizontaldrehung 270°, Neigung –30°, Varioptik) dient ein einziger Schaltknüppel. Schärfe und Helligkeit regeln sich automatisch auf optimale Werte ein.

Weitere Fernseh-Umsetzer im SWF-Bereich. Der Südwestfunk hat in letzter Zeit folgende Fernseh-Kleinumsetzer aufgestellt: Betzdorf/Westerwald und Obermoschel/Pfalz in Kanal 5, Kirchen/Westerwald in Kanal 10 und Herdorf/Westerwald in Kanal 11. In folgenden Orten sind die technischen Untersuchungen abgeschlossen: Annweiler/Pfalz, Baiersbronn/Murgtal, Burgbrohl/Kr. Mayen, Kochem/Mosel, Nagold/Kr. Calw, Nassau/Lahn, Neustadt/Wied und Niederzissen/Kr. Ahrweiler.

Selektives Verkehrsradargerät. Für die Geschwindigkeitsüberwachung im Straßenverkehr hat Marconi (England) ein neues Verkehrsradargerät mit 4...10 mW Leistung im 3-cm-Bereich entwickelt. Die horizontale Breite der „Keule" beträgt nur 3°...4°, so daß sich Fahrzeuge messen lassen, die nur 2,5 m Abstand halten. Die Reichweite liegt zwischen 2,5 und 45 m, das Gewicht beträgt 10 kg und der Anschaffungspreis liegt bei 5000 DM.

Geätzte Schaltungen selbst erzeugt. Ähnlich wie im Bundesgebiet haben auch viele Gerätehersteller in den USA ihre geätzten Schaltungen zuerst bei Spezialfabriken in Auftrag gegeben. Heute sind von den ursprünglich 200 Werkstätten dieser Art nur noch 29 tätig, weil die meisten Apparatehersteller zur Eigenfertigung der Platinen übergegangen sind. Der Produktionswert der geätzten Schaltungen in den USA belief sich im letzten Jahr auf 17 Mill. Dollar, davon wurden die Hälfte für kommerzielle und militärische Geräte verbraucht.

Die ersten Stereo-Schallplatten. Die ersten 55 stereofonisch aufgenommenen Schallplatten der *RCA* sind jetzt in den USA herausgekommen. 38 davon gehören zur leichten Musik und zum Jazz. Die 25-cm-Langspielplatte kostet 5.95 Dollar (= 24 DM). Die RCA kündigt auch 32 Stereo-Tonbänder mit Musik an; sie sind nach dem neuen Vierspur-Verfahren aufgenommen und haben eine maximale Spielzeit von einer Stunde. Die Firma *Belcanto* bietet Jazz-Stereo-Platten für 5.95 bis 7.95 Dollar an; Jazz und leichte Muse sind auch der Inhalt der Stereo-Schallplatten von *Liberty Record* und *Electra Records*. Überdies laufen Vorbereitungen zum Umstellen von Music-Boxes auf Stereo-Wiedergabe. Die ersten Zusatzgeräte kosten 162 Dollar.

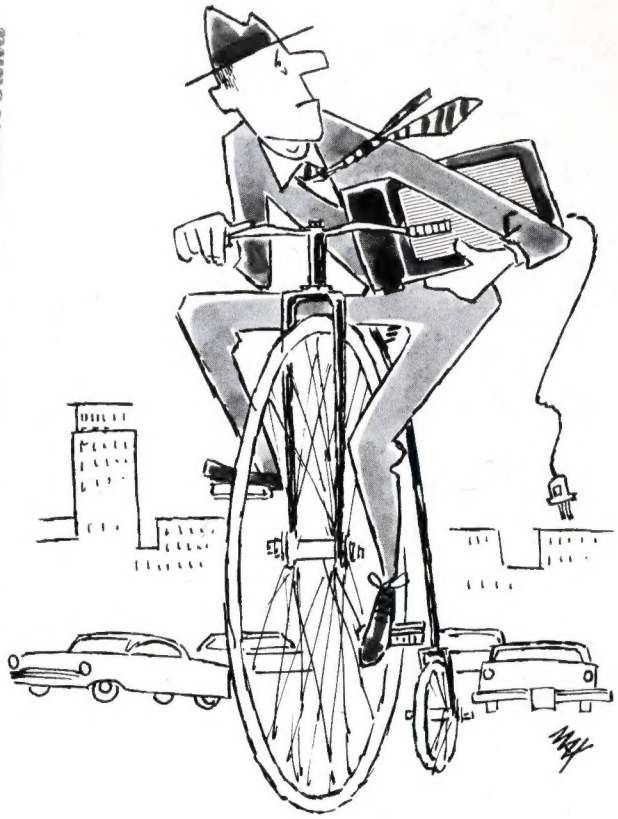
Verlängerung des Geophysikalischen Jahres? Der russische Wissenschaftler Prof. J. Boulanger schlägt eine Verlängerung des Internationalen Geophysikalischen Jahres um 6 oder 12 Monate vor; abmachungsgemäß würde es am 31. 12. 1958 enden. Wahrscheinlich wird man Entsprechendes auf der Anfang August in Moskau tagenden Generalversammlung des Sonderkomitees für das Internationale Geophysikalische Jahr beschließen. Es hat nämlich nicht den Anschein, als ob man bis Jahresende mit den Arbeiten in der Antarktis und am Satellitenprogramm fertig wird.

In Bad Hersfeld soll demnächst ein **Fernseh-Umsetzer** vom Hessischen Rundfunk errichtet werden. ✱ Die Universal Shortwave League, eine Vereinigung finnischer Kurzwellen-Rundfunkhörer, beabsichtigt **eine Ausstellung von QSL-Karten** (Empfangsbestätigungen). Die Clubleitung bittet um Einsendung besonders interessanter Exemplare an Box 11001, Helsingfors 10, Finnland. ✱ Die Naval Research Laboratories (USA) entwickelten einen **Kleinstsender für Erdsatelliten mit drei Transistoren** und 0,5 W Hf-Ausgangsleistung; er wiegt nur 85 Gramm und wird mit 24 V gespeist. ✱ Aus dem Geschäftsbericht der Robert Bosch GmbH, Stuttgart, geht hervor, daß der **Exportumsatz bei der Tochtergesellschaft Fernseh GmbH** etwa die Hälfte der Gesamtproduktion ausmacht; das Unternehmen hat sich im Vorjahr bereits intensiv mit **Entwicklungsarbeiten auf dem Farbfernsehgebiet** befaßt. ✱ Das französische Fernsehen versucht Fernseh-Programmaustausch mit Algerien. Zu diesem Zweck sind zur Überwindung der Entfernung von rd. 1350 km zwischen Algier und Paris **Relaissender in Flugzeugen nach Art der „Stratovision"** eingesetzt worden. ✱ **26% aller niederländischen Fernsehteilnehmer können deutsche Fernsehsender empfangen,** 12 % nehmen ein belgisches Programm auf. ✱ Wegen Lieferschwierigkeiten kann der neue, starke **Fernsehsender auf dem Biedenkopf (Kanal 2)** nicht, wie angekündigt, am 1. August einschalten, sondern erst im Laufe des Septembers. Der Hessische Rundfunk hält bis dahin die beiden Umsetzer in Kanal 2 und 5 in Betrieb. ✱ Im Vertriebsprogramm der Teldec stehen zur Zeit **60 vollständige Opernaufnahmen,** deren Produktion etwa 10 Millionen DM gekostet hat; sie erfolgte in Zusammenarbeit mit den Firmen RCA in den USA und der Decca in England. ✱ Der **russische Fernsehempfänger „Start",** ein billiges Massengerät mit 36-cm-Bildschirm, **ist fast durchgehend mit geätzter Schaltung versehen.** Auch ein UKW-Eingangs-Baustein, der einheitlich in vielen russischen Rundfunkempfängern benutzt wird, ist in dieser Technik ausgeführt; man bedient sich des Offset-Verfahrens. ✱ Es verlautet, daß ein **UHf-Tuner für Fernsehempfänger später rd. 150 DM (brutto) kosten wird,** nachdem die Konstruktion auf Grund der scharfen Störstrahlbedingungen der Bundespost relativ aufwendig ist. ✱ Für die Speisung von Schwerhörigengeräten macht die amerikanische Firma Hoffman **Versuche mit „Sonnenbatterien".**

Rundfunk- und Fernsehteilnehmer am 1. Juli 1958

	A) Rundfunkteilnehmer		B) Fernsehteilnehmer	
Bundesrepublik	13 911 655	(+ 25 457)	1 583 659	(+ 45 811)
Westberlin	823 239	(– 368)	83 459	(+ 1 804)
zusammen	14 734 894	(+ 25 089)	1 667 118	(+ 47 615)

Unser Titelbild: **Folienschneidmaschine für die Schallplattenherstellung bei der Telefunken-Decca-Schallplatten GmbH (Teldec) in Hamburg (vgl. Seite 352)**



RÖHREN immer schnell zur Hand von HENINGER im Schnellversand

Wenn ihm das Althergebrachte
auch oft schwere Sorgen machte,
war der Rundfunkhändler Jung
doch für keine Neuerung.....
Erst als der Kundenstrom versiegt,
erkennt er, wo die Rettung liegt:

RÖHREN immer schnell zur Hand,
von HENINGER im Schnellversand! ✱

✱ gemeint ist:

der Röhren-Schnellversand für den fortschrittlichen Radiofachmann

E·HENINGER

Fordern
Sie bitte
noch heute
unsere
neue
Röhrenpreisliste an.

Nur für den Fachhandel erhältlich

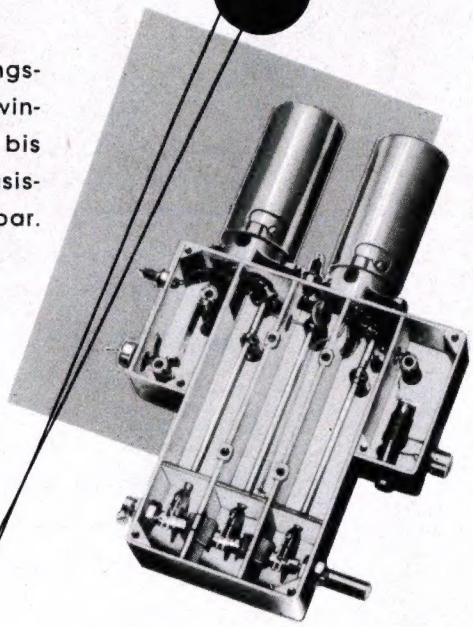
MÜNCHEN 15 · SCHILLERSTRASSE 14

TELEFUNKEN

DEZIMETER-TRIODE PC 86,

eine neue Röhre für den Fernsehempfang in Band IV und V.

In der Fernseh-Eingangsstufe und selbstschwingenden Mischstufe bis 800 MHz in Gitter-Basis-Schaltung verwendbar.



Mechanischer Aufbau eines Kanalwählers mit 2 x PC 86 (470 . . . 800 MHz).

Entwicklungsstellen der Industrie erhalten auf Anforderung die Röhrenmitteilung für die Industrie „Die PC 86 in der Eingangsschaltung für den Fernsehempfang in Dezimeterbereich".

TELE FUN KEN

TELEFUNKEN

RÖHREN-VERTRIEB

ULM-DONAU

Briefe an die FUNKSCHAU-Redaktion

Nachstehend veröffentlichen wir Briefe unserer Leser, bei denen wir ein allgemeines Interesse annehmen. Die einzelnen Zuschriften enthalten die Meinung des betreffenden Lesers, die mit der der Redaktion nicht übereinzustimmen braucht.

Nf-Spektrum über 15 kHz hinaus ausweiten?

In der FUNKSCHAU 1958, Heft 7, Seite 154, stellten wir einen von Hagen Jakubaschk in der Zeitschrift „Radio und Fernsehen" veröffentlichten Leserbrief zur Diskussion. Darin war zur obigen Frage Stellung genommen worden, wobei der Verfasser zu dem Schluß kam, daß die Übertragung von Tonfrequenzen oberhalb von 15 kHz nicht nötig sei. Etwa von über der Hörgrenze liegenden Tönen gebildete Schwebungen und Differenzfrequenzen, die das Klangbild durchaus beeinflussen mögen, würden bereits im Aufnahmeraum erzeugt – sie sind also dort als Frequenz unterhalb von 15 kHz vorhanden und werden normal aufgenommen bzw. übertragen, sie entstehen infolgedessen rein akustisch.

Wir erhielten einige interessante Zuschriften aus dem Leserkreis, von denen wir vier auszugsweise wiedergeben.

Cand. Ing. H. N., Berlin-Halensee schreibt:

Leider schreibt der Verfasser nichts darüber, wo und wie diese Kombinationstöne erzeugt werden. Allgemein entstehen Differenz- (und Summen-) Frequenzen nur in Übertragungssystemen (im ganz allgemeinen Sinne) mit nichtlinearen Kennlinien. Eine rein additive Überlagerung zweier Frequenzen liefert nicht die Differenzfrequenz oder irgend eine andere Frequenz. Es kann zwar, wenn die beiden Frequenzen sich nur wenig unterscheiden, so daß sie das Ohr nicht mehr zu trennen vermag, eine Schwebung auftreten, die das Ohr als periodische Lautstärkeschwankung registriert; dieser Fall ist jedoch hier nicht interessant, weil es sich hier ja um Überlagerungen zwischen hörbaren und nicht hörbaren Frequenzen, also mit großem Frequenzunterschied, handelt.

Wenn also wirklich solche Differenzfrequenzen auftreten, so müßte zunächst einmal geklärt werden, an welchem Punkt des Übertragungskanals (vom Musikinstrument bis zum Ohr des Hörers) die Differenzfrequenzen auftreten, d. h. wo das Übertragungssystem nicht linear arbeitet. Der Weg zwischen Mikrofon und Lautsprecher scheidet für diese Betrachtung aus, denn dieser Teil des Übertragungsweges soll ja im Idealfall linear arbeiten, er soll von sich aus keine Kombinationstöne erzeugen. Es bleiben also nur akustische Raumresonanzen auf der Sende- und Empfangsseite sowie das menschliche Ohr selbst als eventuell nichtlineare Elemente im Übertragungskanal übrig.

Sind akustische Raumresonanzen (hervorgerufen an Möbeln, Wänden usw.) die Ursache der Kombinationstonbildung, dann hat der Verfasser mit seiner Ansicht recht, daß die Kombinationstöne bereits im Aufnahmeraum gebildet und daher auch übertragen werden, ohne daß die nachfolgenden Verstärker Grenzfrequenzen oberhalb der Hörgrenze haben müssen. Anders ist es jedoch, wenn in der Hauptsache das menschliche Ohr selbst als nichtlineares Glied arbeitet, d. h. Frequenzen oberhalb der Hörgrenze zwar nicht mehr als Schalleindruck vermittelt, wohl aber in der Lage ist, mit anderen Frequenzen hörbare Kombinationstöne zu bilden. In diesem Falle müßten auch die nicht mehr hörbaren Frequenzen der Musikinstrumente mit übertragen werden, da ja die Kombinationstonbildung erst im Ohr vonstatten geht. Diese Fragen müssen also erst einmal untersucht werden, ehe man darangeht, Grenzfrequenzen für ideale Verstärker zu diskutieren. Es bleibt allerdings dahingestellt, ob durch Verbesserungen in dieser Richtung noch eine merkliche Erhöhung der Wiedergabequalität, d. h. Wirklichkeitstreue einer Übertragung, zu erzielen ist. Man sollte vielmehr, wie auch der Verfasser des Aufsatzes vorschlägt, seine Aufmerksamkeit stärker auf einen frequenzlinearen Phasengang, (d. h. auf konstante Laufzeit für alle übertragenen Frequenzen) richten.

Aus dem Brief von *W. B.*, Rottenburg:

Der Verfasser begründet seine Meinung, daß die Übertragungsanlagen in der Ela-Technik nur das Frequenzspektrum bis 15 kHz wiederzugeben brauchten, mit der Annahme, daß die das Klangbild abrundenden Obertonformanten auf dem Wege von Instrument zum Mikrofon schon gebildet sind. Dieser unbewiesenen Annahme möchte man gegenüberstellen, daß die Obertöne des höchsten Geigentones g^4 und des höchsten Pianotones c^5 schon jenseits des Hörbereiches liegen. Nun müßten, wenn die Annahme des Verfassers richtig ist, diese beiden Töne im Original genau so klingen, wie wenn sie über eine 15-kHz-Anlage wiedergegeben würden, das ist aber, besonders beim forte-Anschlag oder ,-Anstrich der betreffenden Instrumente, nicht der Fall. Es scheinen also für die Klangempfindung nicht nur die vom Verfasser angegebenen Momente maßgebend zu sein.

Die Obertöne jenseits des Hörbereiches haben trotz ihrer Unhörbarkeit anscheinend doch einen Einfluß physiologischer Art auf unser Empfindungsvermögen (wir hören ja doch nicht nur mit dem Ohr). Ich kann mich erinnern, einen Verstärker in Betrieb gehabt zu haben, der, nachdem er repariert war, im unausgesteuerten Zustand die Atmosphäre der Werkstatt in unnatürlicher Weise beeinflußte, obschon nichts zu hören war. Es stellte sich bei einer Nachprüfung heraus, daß das Gerät auf 25 bis 30 kHz wild schwang. Dieser Ton wurde durch die Hochtonwanne wiedergegeben, unhörbar – aber doch empfunden.

Aus dieser Beobachtung möchte ich folgern, daß, wenn die Frequenzen über 15 kHz vom Menschen empfunden werden, sie auch in das Klangbild einer Übertragungsanlage gehören.

E. S., Nürnberg, ist ebenfalls nicht der Meinung des Verfassers:

Es ist gut, daß wieder einmal darauf hingewiesen wurde, daß der Frequenzgang eines Verstärkers nicht das einzige Kriterium für seine Güte sei. Es ist auch zu begrüßen, daß die meisten Hersteller immer mehr dazu übergehen, neben den Angaben über das Frequenzband Zahlen über Klirrfaktor, Intermodulation und Dynamik zu nennen.

Wenn trotzdem manche nach diesen Unterlagen „überragende" Verstärker in der Übertragung nicht so richtig an das natürliche Vorbild herankommen, so liegt dies sicher nicht allein an den anderen Gliedern der Übertragungskette, sondern wohl an den aufgezeigten Abweichungen beim Phasengang, über den man leider kaum Daten erhält.

Daß auf den Phasengang auch die Anpassung der einzelnen, meist nichtlinearen, Glieder aufeinander einen Einfluß hat, braucht hier wohl nicht wiederholt zu werden. Gerade bei der breitbandigen Anpassung einer Lautsprechergruppe mit Netzgliedern dürfte diese Schwierigkeit am stärksten auftauchen.

Ich kann mich aber nicht der Auffassung des Verfassers des angeführten Artikels anschließen, daß ein Frequenzumfang des Verstärkers über 15 kHz hinaus nicht notwendig sei.

Gerade wenn man, wie in dem Leserbrief angegeben, das übertragene Frequenzgemisch als sehr komplizierte, unregelmäßige Kurve betrachtet, in der zeitweise regelrechte Rechteckimpulse auftreten und die schließlich vom Ohr beim Hörvorgang differenziert und so verarbeitet wird, muß man doch fordern, daß dieser Kurvenzug bis zum Ohr möglichst unverändert übertragen wird.

Jedes „Verschleifen" der Impulse stellt doch eine mehr oder weniger vorweg genommene Differentiation dar, eine „Verfälschung", wie der Verfasser ja zugibt, und es ist doch jedem bekannt, daß die zweite oder dritte Ableitung einer Funktion oder Kurve nur noch bedingt dem ursprünglich Gegebenen ähnelt.

Wenn man sich also dem Autor in seiner Forderung nach der Verbesserung des Phasenganges anschließen kann, müßte die Behauptung, daß ein „Verschleifen der Rechteckimpulse ... bis zu einer der oberen Hörgrenze entsprechenden Grenzfrequenz durchaus zulässig sei" doch abgelehnt werden.

Abschließend äußert sich *Dipl.-Ing. G. Hentschel,* Chefkonstrukteur der Firma Nordmende GmbH., Bremen-Hemelingen, der bereits früher die Ausweitung des zu übertragenden Frequenzbereiches befürwortet hatte:

Wenn vielleicht auch im Rundfunk zur Zeit Frequenzen über 15 kHz nicht abgestrahlt werden, so gibt es jedoch schon Schallplatten, die 20 kHz in voller Stärke enthalten. Deshalb sollte man aber bei der Dimensionierung von Nf-Verstärkern und Lautsprechern keinesfalls bei 20 kHz stehenbleiben, denn mit der auf uns zukommenden Hi-Fi-Technik wird es eines Tages auch Schallspeicher geben, die sehr hohe Frequenzen genau so einwandfrei konservieren werden wie die tieferen Töne.

Bei der Übertragung von Geräuschen kommt es sehr darauf an, daß die Phasenlage der hohen Frequenzen gegenüber den tieferen Frequenzen nicht verschoben wird. Will man aber einen Verstärker und die dazugehörigen Lautsprecher entwickeln, die die Phasenlagen unverfälscht abstrahlen, so muß der Frequenzumfang wesentlich größer als der Hörbereich sein, damit wenigstens innerhalb des Hörbereiches die Phasenlagen erhalten bleiben. Hieraus resultiert schon ohne weiteres die Forderung nach einem Frequenzgang, der sich über die Hörgrenzen hinaus erstreckt.

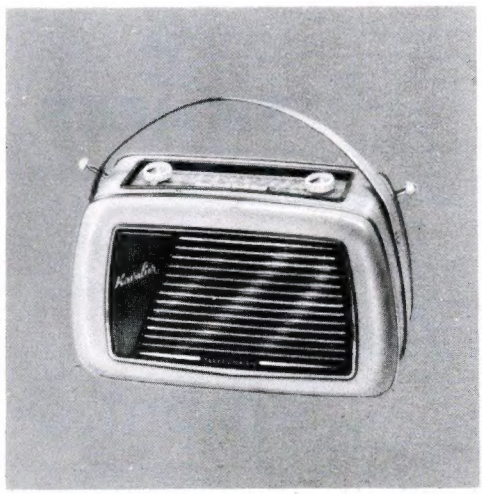
Die Ohrkennlinie ist keine Gerade, sondern sie ist logarithmisch gekrümmt (Weber–Fechnersches Reizgesetz). Schon die Tatsache, daß das Ohr imstande ist, aus den Oberschwingungen die Grundschwingung zurückzukonstruieren, weist auf die Nichtlinearität des Ohres hin. Seit vielen Jahrzehnten ist es bekannt, daß das Ohr bei einer Sprechübertragung, bei dem sämtliche Frequenzen unter 300 Hz abgeschnitten sind (Telefon!), immer ganz genau zwischen einer männlichen und einer weiblichen Stimme unterscheiden kann, obwohl die Grundschwingungen in beiden Fällen nicht übertragen werden. Das Ohr bildet durch Differenztonbildung zwischen den Harmonischen eine Grundschwingung zurück, die in der Übertragung an sich gar nicht vorhanden war, und die Versuchsperson glaubt, entweder eine männliche Stimme (Grundschwingung 150 Hz) oder eine weibliche Stimme (Grundschwingung 250 Hz) genau unterscheiden zu können. Treffen zwei sehr hohe Schwingungen gleichzeitig auf das Ohr, so kann der Fall eintreten, daß diese hohen Schwingungen die „Mechanik" des Ohrs in Betrieb setzen, aber der „elektrische Teil" des Ohres innerhalb der Nervenbahn den schnellen Schwankungen offenbar nicht zu folgen vermag. Man nennt diese hohen Töne Ultraschall. Zwei benachbarte Ultraschalltöne können durchaus an den nichtlinearen Teilen des Ohres eine Differenzschwingung zur Folge haben, die jetzt in den hörbaren Bereich fällt und von der Versuchsperson als neuer Ton empfunden wird. Wie bei der Rückbildung der Grundschwingung aus dem Harmonischen der Sprache entsteht auch hier ein Differenzton, der ursprünglich gar nicht übertragen wurde, aber dennoch von der Versuchsperson gehört wird.

Niemand wird behaupten können, daß die Schallwellen, die ein Orchester ausstrahlt, bei 15 kHz aufhören. Es muß mit Sicherheit angenommen werden, daß die Instrumente des Orchesters auch einen großen Anteil, und vielleicht auch teilweise recht kräftigen Ultraschall abstrahlen. Alle an sich unhörbaren Ultraschallanteile bilden untereinander und mit allen anderen Tönen zusammen im Ohr des Zuhörers Modulationsprodukte, die – vom Komponisten beabsichtigt – im Zuhörer gewisse psychologische Effekte hervorrufen. Daß wir laute oberwellenreiche Instrumente mitunter als „nervenzerreißend" bezeichnen, liegt vielleicht daran, daß die starken im Ohr erzeugten Modulationsprodukte, die meist disharmonisch sind, sogar ein unangenehmes Schmerzgefühl hervorrufen können.

Die vom Komponisten beabsichtigte Wirkung tritt nicht ein, wenn die obenerwähnten Modulationsprodukte im Ohr des Zuhörers nicht entstehen können, weil die Ultraschallanteile nicht übertragen werden. Die Übertragung ist somit nicht richtig und löst beim Zuhörer einen fehlerhaften Eindruck aus.

Zusammenfassend könnte man wohl *folgende einfache Regel* aufstellen: Ein kleiner billiger Rundfunkempfänger benötigt keinen ausgedehnten Frequenzbereich, da er infolge einer Vielzahl gekrümmter Kennlinien ebensoviel Verzerrungen herstellen kann, wie sie im Konzertsaal in der Ohrkennlinie entstehen. Das Gerät klingt dabei trotz Klirrgrad „richtig".

Eine teure Hi-Fi-Anlage hingegen, die sich im wesentlichen aus verzerrungsfreien Stufen zusammensetzt und die von selbst keine Klirranteile und Intermodulation hervorruft, muß praktisch auch den gesamten Ultraschallanteil des Orchesters übertragen und wiedergeben, damit die vom Komponisten beabsichtigten Verzerrungen „wie im Original" an der Ohrkennlinie ausgelöst werden können.



Kavalier

Dieser ebenso leistungsstarke wie formschöne Koffersuper ist zu einem großen Publikumserfolg geworden. Die Nachfrage wächst von Tag zu Tag. Sein technischer Steckbrief: 3 Wellenbereiche. Hochempfindlicher UKW-Teil durch Doppelmischung und 14 Kreise. 4 Drucktasten. 7 Sparröhren, 2 Germaniumdioden, 2 Selengleichrichter. Perm.-dyn. Lautsprecher 180 x 100 mm. Ladeeinrichtung. Billiger Batteriebetrieb durch neuartige Frischhalte-Regenerierung. Automatische Umschaltung auf Netzbetrieb 110, 125, 150, 220 V/50 Hz. MW- und LW-Ferritantenne, ausziehbarer UKW-Dipol. Robust und erschütterungsfest durch gedruckte Schaltung und Tauchlötverfahren. Elegantes Holzgehäuse mit sandfarbenem Kunstlederbezug und grüner, goldbedampfter Kunststoffplakette.

Preis mit eingebautem DEAC-Akku (o. Anod.-Batt.) DM 299,–

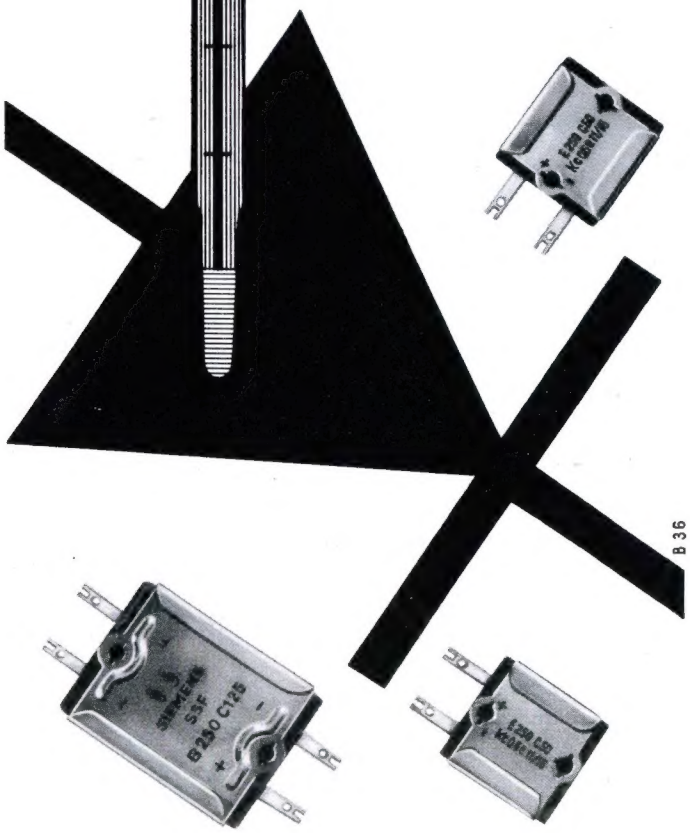
TELEFUNKEN

TELE FUN KEN

SIEMENS

Auf 85° C erhöht...

wurde die Tablettentemperatur unserer Selengleichrichter durch neue Herstellungsverfahren. Das heißt:
Siemens-Selengleichrichter sind durch die neuen Hochstromtabletten noch leistungsfähiger geworden.
Diese Weiterentwicklung der millionenfach bewährten Siemens-Selengleichrichter führt im Gerätebau zu besonders wirtschaftlichen und betriebssicheren Lösungen.



SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT
WERNERWERK FÜR BAUELEMENTE

STEREO

Schallplattenwiedergabe

auch mit Geräten mit

ELAC - Stereo - Kristallsystem!

Miraphon 12 St

Plattenspieler (Abbildung)

Miracord 9 St

Plattenwechsler

stehen ab sofort für Ihre Vorführanlage zur Verfügung. Ausführliche technische Informationen durch unser Kieler Werk.

ELAC ELECTROACUSTIC GMBH KIEL

Funkschau

MIT FERNSEH-TECHNIK UND SCHALLPLATTE UND TONBAND
FACHZEITSCHRIFT FÜR FUNKTECHNIKER

30. Jahrg. 1. August-Heft 1958 Nr. 15

Aus dem Inhalt: Seite

Aktuelle Probleme des Fernsehens 351
Unsere Titelgeschichte: Eine moderne Maschine zum Umschneiden von Tonband auf Lackfolie 352
FUNKSCHAU-Bauanleitung: Geiger-Müller-Zähler M 576 353
Von Zählrohren, Zählröhren und Zählgeräten 355
Die interessante Schaltung: Grundig-Musikgerät 50 – ein AM-Super ohne Zf-Verstärkung 358
Ingenieur-Seiten: Schallplatten-Schneidkennlinien und ihre Entzerrung 359
Der Mond als natürlicher Reflektor für Radiowellen 363
Die Elektronik im Autosilo 364
„Stereo-Sicher" und „Voll-Stereo" 364
Neue Bauanleitung: RC-Meßbrücke mit Transistoren 365
Elektronische Schaltungen mit Fotozellen: I. Alarmanlage mit einem Fotozellen-Relais 367
II. Ein automatischer Türöffner mit Fotozellen-Relais 368
FUNKSCHAU-Schaltungssammlung: 15-W-Hi-Fi-Verstärker in Ultralinearschaltung 369
Dröhnbässe bei Großlautsprecherboxen 370
Vorführband für KL 65 X 370
Vorschläge für die Werkstattpraxis 371
Dieses Heft enthält außerdem die Funktechnischen Arbeitsblätter:
As 01 2. Ausgabe – Dimensionierung von Abschirmungen – 1 Blatt; Ba 31 2. Ausgabe – Akkumulatoren – 1 Blatt

Dezimeter-Tuner, 110 Grad und Farbe...

Aktuelle Probleme des Fernsehens

In Heft 1/1957 der FUNKSCHAU druckten wir an dieser Stelle einige Gedanken über die zukünftige Technik des Fernsehempfängers ab. Seither sind 18 Monate vergangen – für die schnellebige Technik des Fernsehens ein erheblicher Zeitraum – und unsere Leser mögen nachlesen, welche der damals erwarteten Entwicklungen eingetroffen sind.

Den Propheten zu spielen ist riskant, immerhin verläuft die Fernsehtechnik nach bestimmten Gesetzen, die durchaus logisch sind. Man kann daher heute erneut einige Zukunftserwartungen aussprechen, zumal diese sich auf realer Grundlage bewegen und nicht im siebenten Himmel der Utopie schweben.

Zwei Komplexe werden die Entwicklung der nächsten achtzehn Monate beherrschen: UHf und die 110°-Bildröhre. Was zur Technik der UHf-Tuner gesagt werden konnte, haben wir in zwei ausführlichen Beiträgen in Heft 13 veröffentlicht. Es ist der Industrie rasch gelungen, den harten Störstrahlungsempfehlungen der Bundespost nachzukommen. Das war auch nötig, denn sie waren unversehens ein (rundfunk-) politischer Faktor geworden, nachdem die Bundespost die Zuteilung von Kanälen im Band IV/V von der Produktion entsprechender Dezi-Tuner abhängig gemacht hatte. Nunmehr also gibt es den UHf-Tuner nach den Bundespost-Empfehlungen; er ist ausreichend empfindlich, leider aber auch relativ teuer. Man erwartet, daß ein mit UHf-Teil ausgestatteter Fernsehempfänger rund 150 DM mehr als ein Gerät für Band I/III kosten wird; dazu kommt der Preis der UHf-Antenne! Gegen diese rund 200 DM steht der Gewinn eines Zweiten Fernsehprogrammes. Zweifellos wird dieses eine genügende Anziehungskraft ausüben und den Mehrpreis beim Empfängerkauf vergessen lassen. An die Industrie muß die Bitte gerichtet werden, ihre UHf-Tuner derart zu bauen, daß sie auch wirklich in die bisher gelieferten Fernsehempfänger passen. Einige unliebsame Erinnerungen an die Zeit um 1950, als man ältere „für UKW vorbereitete" Rundfunkempfänger nachträglich doch nicht mit UKW-Einsatzteilen ausrüsten konnte, sind die Ursache dieses Appells.

Seit einigen Wochen experimentieren die Labors der deutschen Fernsehempfängerfabriken mit den ersten 110°-Bildröhren AW 53–88 und AW 43–88, damit zum nächstjährigen Neuheitentermin rechtzeitig ausgereifte Empfänger mit diesen Bildröhren zur Verfügung stehen. Bis vor nicht allzulanger Zeit war man, gestützt auf amerikanische Konstruktionen, der Meinung, daß man mit einer höheren Ablenkleistung als bisher rechnen müßte, so daß die Leistungsaufnahme aus dem Netz gegenüber den 90°-Modellen ansteigen würde. Berücksichtigt man dabei noch die Verkleinerung der Gehäuse, die sich wegen der verminderten Röhrenlänge anbietet, so mußte man einige Sorgen wegen der Wärmeentwicklung im Gehäuse haben. Nun stellt sich aber dank einiger Maßnahmen bei der Bildröhrenkonstruktion heraus, daß man mit annähernd der gleichen Ablenkleistung wie bisher auskommen wird; eine stabilisierte PL 36 im Zeilenablenkteil dürfte dann weiterhin genügen. Auch neigen manche Konstrukteure zu einer nicht allzu extremen Verkleinerung des Gehäuses; es wird ihrer Meinung nach genügen, wenn der Röhrenstutzen („Rucksack") an der Rückwand entfällt.

In den hinteren Laborräumen wird allenthalben ein wenig am Farbfernsehen gearbeitet, ohne schon klare Termin- und Entwicklungsvorstellungen zu haben. Die einen besorgen sich einen Farbfernseh-Balkengenerator, die anderen greifen tiefer in die Tasche und planen den Erwerb eines Farbdia-Gebers, der schon aus deutscher Produktion zur Verfügung steht. Noch ist das alles keine Angelegenheit von aktueller Bedeutung, aber die Zeit läuft. Im nächsten Frühjahr beginnen die Russen in Moskau und Leningrad offiziell mit einem Farb-Versuchsbetrieb für die Öffentlichkeit, und die BBC hat in London erklärt, daß Farbfernsehen ihrer Meinung nach technisch befriedigend arbeitet, so daß die Regierung über die Einführung befinden möge, was sie wohl binnen zweier Jahre auch tun wird.

Ist das Farbfernsehen aber technisch wirklich so weit? Mit den ungünstigen amerikanischen Erfahrungen vor Augen, die weitgehend wirtschaftlich bedingt sind, haben wir kürzlich im Farbfernsehstudio des amerikanischen Pavillons auf der Weltausstellung in Brüssel einige Zeit verbracht. Folgendes fiel auf: Bei Direktsendungen stimmten weder die Farbwerte der Objekte im Studio mit denen auf den Bildschirmen im Kontrollraum überein, noch gab es eine Übereinstimmung zwischen zwei oder mehreren Kontroll-Empfängern ... und doch war der Eindruck im Ganzen nicht schlecht, obwohl hier die Kurzschlußübertragung mit Kabel zur Qualitätsverbesserung merklich beigetragen hat. Unsere früher geäußerten Bedenken hinsichtlich der „compatibility" müssen wir zwar voll aufrechterhalten, aber es ist heute noch nicht entschieden, ob wir nicht vielleicht doch ein Farbfernsehen bekommen werden, das auf die gleichzeitige Wiedergabe im Schwarz/Weiß-Empfänger verzichten kann. Hier ist vieles im Fluß, und wir haben noch einige Zeit für die Klärung. Immerhin hat die in Moskau erarbeitete Empfehlung des CCIR über die Kanalaufteilung in Band IV/V, die die generelle Verwendung von 8 MHz breiten Kanälen in Ost und West vorsieht, einige Hoffnungen auf eine kontinuierliche Entwicklung geweckt.

Karl Tetzner

Herausgegeben vom
FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN
Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer
Verlagsleitung: Erich Schwandt
Redaktion: Otto Limann, Karl Tetzner
Anzeigenleiter u. stellvertretender Verlagsleiter: Paul Walde

Erscheint zweimal monatlich, und zwar am 5. und 20. eines jed. Monats. **Zu beziehen** durch den Buch- u. Zeitschriftenhandel, unmittelbar vom Verlag u. durch die Post.

Monats-Bezugspreis 2.40 DM (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 6 Pfg. Zustellgebühr. Preis des Einzelheftes 1.20 DM.

Redaktion, Vertrieb und Anzeigenverwaltung: Franzis-Verlag, München 37, Karlstr. 35. – Fernruf 55 16 25/26/27. Postscheckkonto München 57 58.

Hamburger Redaktion: Hamburg - Bramfeld, Erbsenkamp 22a – Fernruf 63 79 64

Berliner Geschäftsstelle: Bln.-Friedenau, Grazer Damm 155. Fernruf 71 67 68 – Postscheckk.: Berlin-West Nr. 622 66.

Vertretung im Saargebiet: Ludwig Schubert, Neunkirchen (Saar), Stummstraße 15.

Verantwortlich für den Textteil: Ing. Otto Limann; für den Anzeigenteil: Paul Walde, München. – Anzeigenpreise nach Preisliste Nr. 8.

Verantwortlich für die Österreich-Ausgabe: Ing. Ludwig Ratheiser, Wien.

Auslandsvertretungen: Belgien: De Internationale Pers, Berchem-Antwerpen, Cogels-Osylei 40. – Niederlande: De Muiderkring, Bussum, Nijverheidswerf 19–21. – Österreich: Verlag Ing. Walter Erb, Wien VI, Mariahilfer Straße 71. – Schweiz: Verlag H. Thali & Cie., Hitzkirch (Luzern).

Alleiniges Nachdruckrecht, auch auszugsweise, für Holland wurde dem Radio Bulletin, Bussum, für Österreich Herrn Ingenieur Ludwig Ratheiser, Wien, übertragen.

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, (13b) München 37, Karlstr. 35. Fernsprecher: 55 16 25. Die FUNKSCHAU ist der IVW angeschlossen.

Unsere Titelgeschichte

Eine moderne Maschine zum Umschneiden von Tonband auf Lackfolie

Eine beträchtliche Verbesserung der Schallplattenaufnahme bringt der gegengekoppelte Schreiber zum Schneiden der Ur-Matrize. Durch diesen Schreiber ist man in der Lage, ähnlich wie bei der Magnettonaufnahme die aufgezeichnete Modulation unmittelbar „hinter Schreiber" abzuhören. Ein Aussteuerungsinstrument gestattet gleichzeitig eine objektive optische Kontrolle der Dynamik. Eine zusätzliche Kontrollabtastung der geschnittenen Folie vor ihrer chemischen und galvanischen Weiterentwicklung entfällt also. Dadurch wird eine Deformation des Rillenprofils und damit eine Qualitätseinbuße vermieden. Noch größer ist der Fortschritt gegenüber dem früher üblichen Schneiden von Wachsplatten, die erst nach dem Galvanisieren kontrolliert werden konnten.

Bild 1 zeigt das Prinzip einer modernen Schallplatten-Aufnahmeapparatur, bestehend aus Magnetophon, Mischpult, Schallplatten-Schneidmaschine, Kontrollautsprecher und verschiedenen Verstärkern. Die Schallplatten-Schneidemaschine setzt sich zusammen aus dem Gußfundament mit Plattenteller, Längssupport, Vorschubantrieb und Synchronmotor, sie schneidet Aluminium-Lackfolien. Der Plattenteller besteht aus dem inneren Plattenteller, dem Plattentellerring mit verschiedenen stroboskopischen Teilungen zur Kontrolle der gebräuchlichen Umdrehungszahlen und aufgesetztem Plattenansaugteller mit veränderlicher Ansaugfläche, entsprechend der verwendeten Foliengröße. Der Längssupport, der die Aufgabe hat, den Schallfolienschreiber vom Folienrand in radialer Richtung zum Folienmittelpunkt zu tragen, läuft in einer genau geschliffenen Schlittenführung und wird im Betriebszustand vom Vorschubantrieb bewegt. Bei gelöstem Supportschloß läßt er sich durch ein Handrad frei bewegen.

Der Schreiber ist in der Gabel der Schreiberaufhängung fest eingespannt und über den Höhensupport mit dem Längssupport verbunden. Durch Betätigung des Schreiber-Aufsetzhebels läßt sich der Schreiber in den betriebsmäßigen Zustand bringen, und der an seiner Unterseite eingespannte Saphir schneidet die Schallrillen in die Folienoberfläche ein. Die Schnittiefe wird durch veränderliches Auflagegewicht reguliert und mit einem Rillen-Beobachtungsmikroskop in Strich- oder μ-Einteilung (bei meist 80facher Vergrößerung) gemessen. Das Titelbild dieses Heftes zeigt Einzelheiten hierzu.

Der beim Schneiden entstehende Span wird vom Spanabsaugstutzen abgesaugt und in das Spansammelglas befördert. Die Höhe des Spanabsaugstutzens, der sich dicht über der Folie an der hinteren Kante des Schreibers befindet, wird durch Einstellen des Höhensupports reguliert. Die Ruhigkeit des Schnitts läßt sich durch die regelbare Saphirheizung mildern. Zu diesem Zweck zeigt ein in das Gußfundament oder in den Vorschubantrieb eingesetztes Amperemeter den im Widerstandsdraht des Saphirs fließenden Strom an, der sich mit Hilfe eines Drahtpotentiometers vom Vorschubantrieb aus

Bild 2. Der nächste Schritt ist das Umschneiden stereofonischer Bandaufnahmen auf Lackfolie. Rechts im Bild H. Redlich (Telefunken) mit dem gegengekoppelten Schneidekopf für stereofonische Aufnahmen

regeln läßt. Um eine Überheizung des Saphirs zu vermeiden, ist die Heizung nur während des Schneidvorgangs wirksam und wird nach dem Abheben des Schreibers am Ende der Auslaufrille automatisch unterbrochen.

Neben der Schneidmaschine befindet sich der Vorschubantrieb, der mechanisch durch eine Gummikupplung mit der Schneidmaschine verbunden ist. Auf seinem Bedienungsfeld liegt die Taste „Vorschub ein", ferner die Taste „Kennrille", durch welche man auf der Schallplatte die Pausen zwischen einzelnen Titeln, Sätzen usw. sichtbar machen kann. Die Einlaufrille wird mit Hilfe eines Steuersegments (deren es drei gibt, entsprechend den verschiedenen Plattengrößen) automatisch geschnitten. Die Segmente befinden sich auf einem Markierungslineal unterhalb des Längssupports. Das jeweils hochgeklappte Steuersegment löst beim Vorbeifahren eines Kontaktnippels das der Kennrille entsprechende Relais aus. Das Profil der Steuersegmente ist damit für die Maße der Einlaufrille bestimmend.

Die ausgereifte Konstruktion der Maschine war auch vorbildlich für die Weiterentwicklung, um stereofonische Aufnahmen zu schneiden. Bild 2 zeigt, daß hierfür bereits der Schneidkopf fertig ist.

Rolf Schwarze

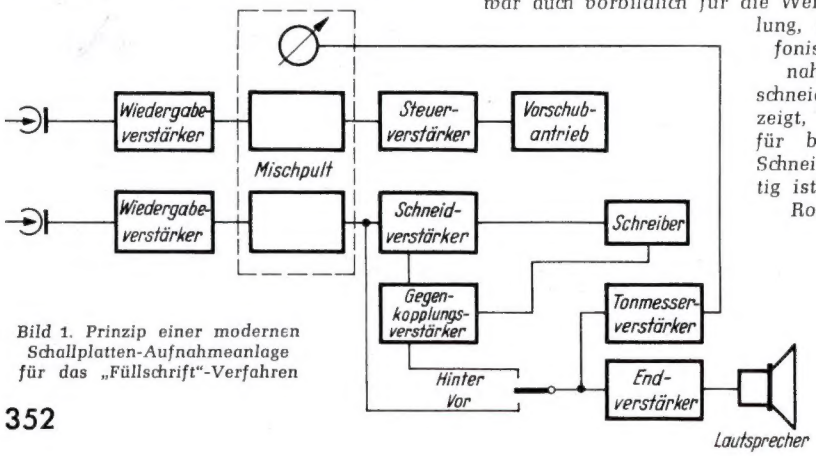


Bild 1. Prinzip einer modernen Schallplatten-Aufnahmeanlage für das „Füllschrift"-Verfahren

Die Zeitschrift

Elektronik des Franzis-Verlages

brachte in **Nr. 8** (August-Heft) folgende Beiträge:

Elektronik in der Fernschreibtechnik

Vogt u. Flötenmeyer: Das zeitliche Verhalten von elektronischen Wechselspannungsreglern

Stabilisiertes Netzgerät mit niederem Rauschpegel und kleiner Drift

Eine neue hochempfindliche Vorstufe für Oszillografenverstärker

Aschmoneit: Das elektromagnetische Relais als elektronisches Bauelement (Fortsetzung)

Gruhle: Impulstechnik in der Atomphysik, Teil IV

Hehenkamp: Ein einfacher Trägerfrequenzverstärker zur Untersuchung kleiner Gleichspannungen

Netzteil für eine stabilisierte, regelbare Gleichspannung von 0...8 V bei 0...3 A

Konstruktive Gesichtspunkte beim Aufbau von Silizium-Fotoelementen

Stufenlose Helligkeitseinstellung von Leuchtstoffröhren mit Transduktoren

Preis des Heftes 3.30 DM portofrei, ¼jährlicher Abonnementspr. 9 DM. Probenummer auf Wunsch!

Zu beziehen durch den Buch- und Zeitschriftenhandel, durch die Post und den Verlag

FRANZIS-VERLAG · MÜNCHEN 37 · KARLSTR. 35

Vieladerkabel mit „Reißverschluß"

Das im *Bild* als Ansicht und als Schnittskizze gezeigte Mehraderkabel mit Kunststoffmantel der amerikanischen Fa. Alphex-Tubing Division unterscheidet sich von bisher handelsüblichen Arten durch eine „Naht", die mit einem Schieber nach Art der Gleitverschlüsse geöffnet und geschlossen werden kann, so daß sich die Bearbeitung und der Anschluß der einzelnen Adern recht einfach gestalten. Nach der Verlegung läßt sich das Schutzrohr wieder bis zum Ende schließen. Es ist aus einem Polyvinylchlorid-Material gefertigt und hochflexibel; man liefert es in verschiedenen Farben und auch perforiert. Natürlich läßt sich das Schutzrohr – ohne Kabelinhalt – auch für manche anderen Zwecke verwenden.

Berichtigungen

Der Dämpfungsfaktor in der Hi-Fi-Technik

FUNKSCHAU 1958, Heft 10, Seite 267

Im Text zu Bild 1 muß es heißen:

$$d = \frac{\left(\frac{U_1}{R_1} - \frac{U_2}{R_2}\right) \cdot R_a}{U_2 - U_1},$$

im Text zu Bild 2:

$$d = \frac{\left(\frac{U_1}{R_1} - \frac{U_2}{R_2}\right) \cdot R_a \cdot ü^2}{U_2 - U_1}$$

Autoempfänger 1958/59

FUNKSCHAU 1958, Heft 14, Seite 341

Der Preis des Universal-Gerätes Trifels von Akkord-Radio beträgt 529 DM (nicht 929 DM).

Von Zählrohren, Zählröhren und Zählgeräten

Von Ingenieur Otto Limann

In Fortsetzung unserer zwanglosen Aufsatzreihe über elektronische Einrichtungen, die wir mit der Arbeit „Umgang mit Thyratrons" in der FUNKSCHAU 1957, Heft 23, Seite 623, begannen, bringen wir heute eine knappe Einführung in das Gebiet der Geiger-Müller-Zählgeräte. Im Anschluß daran folgt die Bauanleitung für einen einfachen Geiger-Zähler. Literaturhinweise am Schluß (Seite 357) geben wiederum die Möglichkeit, sich selbständig mit den weiteren Einzelheiten vertraut zu machen.

Die durch Zerfall von Atomkernen entstehende radioaktive Strahlung und ihre Auswirkungen beschäftigen heute Wissenschaftler, Techniker und Laien in großem Umfang. Hier soll nicht auf die physikalischen Vorgänge dieser atomaren Zerfallsprozesse und auf die verschiedenen Strahlenarten eingegangen werden. Als ganz grobes Vorstellungsmodell sei lediglich die als Christbaumschmuck verwendete Wunderkerze erwähnt. Diese Kerzen versprühen beim Anzünden zu hellen, ziemlich schnell und geradlinig fortfliegenden Funken, und die Substanz, aus der die Wunderkerzen bestehen, zerfällt dabei zu einer toten Asche.

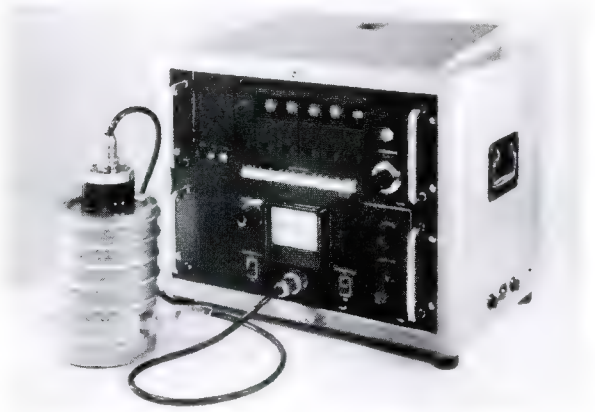


Bild 2. Strahlungsmeßplatz für Einzelzählungen, bestehend aus fünf Zähldekaden mit Röhren E 1 T, Vorverstärker und Stromversorgungsteil. Links eine Bleikammer zum Untersuchen radioaktiver Präparate und von oben eingesteckter Geiger-Müller-Sonde

So ähnlich kann man sich etwa das Aussprühen der Strahlen aus einem radioaktiven Kern vorstellen, nur daß Reichweite und Wirkung erheblich anders und größer sind als bei den harmlosen Funken der Wunderkerze.

Für den Techniker gilt es nun, diese unsichtbare *Teilchen-* oder *Quantenstrahlung* nachzuweisen und zu messen. Hierzu dienen u. a. Geiger-Müller-Zählgeräte, kurz Geiger-Zähler genannt. Diese Ausdrücke werden oft falsch angewendet. Man muß klar unterscheiden zwischen einem *Zählrohr* und einem *Zählgerät* bzw. Zähler. Das Zählrohr ist nur ein Bestandteil, und zwar der wichtigste des eigentlichen Zählgerätes. Das Zählrohr für sich allein nutzt aber ebensowenig wie eine Rundfunkröhre, die man einzeln in der Hosentasche herumträgt.

Das Prinzip dieses Rohres wurde 1928 von Geiger und Müller angegeben und ist bis heute mit nur geringfügigen Änderungen beibehalten worden. Aus historischen Gründen gebraucht man die Form Zählrohr (im Gegensatz zur Rundfunk*röhre*), und gerade hier sollte man diese Bezeichnungen nicht durcheinanderbringen. Man sagt ja auch Fernrohr und nicht Fernröhre. Bei Strahlungs-Meßgeräten ist diese Unterscheidung nämlich recht wichtig, denn größere Anlagen enthalten nicht nur GM-*Zählrohre*, sondern zur Ermittlung der Zahl der Teilchen auch noch *Zählröhren*, wie die Valvo E 1 T. Diese Zählröhren haben nicht das mindeste mit Zählrohren zu tun. Sie sind gewissermaßen nur erweiterte Magische Augen, die statt eines Leuchtwinkels die Ziffern 0 bis 9 aufleuchten lassen. *Bild 1* zeigt ein Zählrohr und eine solche Zählröhre nebeneinander. In *Bild 2* ist ein Strahlungs-Meßplatz, also ein größeres Zählgerät dargestellt. Es enthält in der Meßsonde links ein Geiger-Müller-Zählrohr und an der Frontplatte oben sind vier Zählröhren zu erkennen. Also:

Zählrohr = Indikator für radioaktive Strahlen

Zählgerät, Zähler = Gesamtschaltung eines Strahlen-Nachweisgerätes

Zählröhre = Röhre zum Anzeigen von Ziffernwerten

Bild 1. Dezimal-Zählröhre Valvo E 1 T (stehend) und Geiger-Müller-Zählrohr Valvo 18503 (liegend)

Das Zählrohr

Ein Geiger-Müller-Zählrohr besteht aus einem zylindrischen abgeschlossenen Glasgefäß. Zentrisch darin ist eine drahtförmige Anode ausgespannt, koaxial dazu eine rohrförmige Katode angeordnet. Das Rohr ist mit Edelgas bzw. einem Gemisch aus Edelgas, Alkohol- und Halogendämpfen gefüllt[1]). Im Prinzip handelt es sich also hierbei um *eine gasgefüllte Glimmröhre mit kalter Katode. Bild 3* zeigt schematisch ein solches Rohr und die zugehörige Eingangsschaltung. Zwischen Katode und Anode liegt über einen hohen Widerstand R_a eine Betriebsspannung (Hochspannung) U_b. Zunächst fließt jedoch noch kein Anodenstrom.

[1]) Halogene = Verbindungen der Elemente Chlor, Brom, Jod oder Fluor

Dringt nun ein Elementarteilchen durch die Gefäßwand in den Raum zwischen Katode und Anode, so trifft es auf seiner Bahn auf Gasmoleküle. Besitzt es genug Energie, so ionisiert es diese Gasmoleküle, zerlegt sie also in positive Ionen und negative Elektronen. Unter dem Einfluß der zwischen Anode und Katode liegenden Hochspannung U_b wandern die Ionen zur Katode (Wandung) und die Elektronen zur Anode (Draht). Dies bedeutet einen Stromstoß über den Arbeitswiderstand R_a; dieser *Impuls* kann bei genügender Größe angezeigt und gemessen werden.

Ist die Anodenspannung so hoch, daß sie die sog. Geiger-Müller-Schwelle des Rohres überschreitet, dann löst nicht nur das durchfliegende Elementarteilchen Ionen und Elektronen aus, sondern die auf die Wandung der Katode prallenden Ionen erzeugen dort Sekundär-Elektronen, die ihrerseits neue Ionisations-Ausgangspunkte bilden. Innerhalb einer sehr kurzen Zeit wird im gesamten Innenraum des Zählrohres eine Ionen-

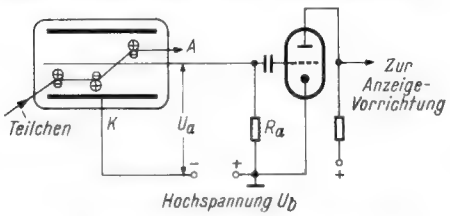


Bild 3. Grundschaltung eines Geiger-Müller-Zählgerätes

Das Valvo-Zählrohr 18 503

Selbstlöschendes Geiger-Müller-Zählrohr zur Messung von Gamma- und Neutronenstrahlung. (Für die Zählung thermischer Neutronen muß das Zählrohr mit einer etwa 0,5 mm dicken Kadmiumfolie umgeben werden.)

Füllung: Neon, Argon und ein Halogen als Löschsubstanz

Katode: Bestehend aus 28 % Chrom und 72 % Eisen; Wanddicke 250 mg/cm², Innendurchmesser 14,4 mm, effektive Länge 40 mm

Technische Daten:

Kapazität: 2 pF

Betriebsspannung: Beliebig innerhalb des Plateaus

Geiger-Müller-Schwelle: max. 425 V (vgl. Bild 4; gemessen bei 100 Zählungen je Sekunde und R_a = 10 MΩ

Plateau-Länge: 250 V

Totzeit: max. 100 µs

Erwartete Lebensdauer: min. 10^{10} Zählungen

Umgebungstemperatur: min. −55° C, max. + 75° C

Es wird empfohlen, das Zählrohr trocken und sauber zu halten, um Fehlströme zu vermeiden. In Schaltungen ist auf möglichst kapazitätsarme Verdrahtung zu achten.

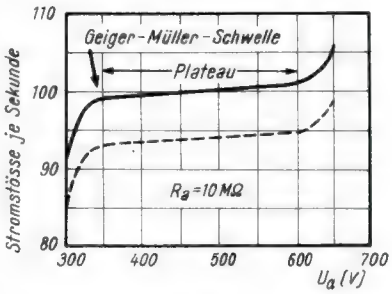


Bild 4. Kennlinie des Geiger-Müller-Zählrohres Valvo 18503. Stark gezeichnete Kurve für eine Strahlungsquelle von im Mittel 100 Teilchen/Sekunde bei R_a = 10 MΩ; gestrichelte Kurve = geringere Zahl von Teilchen/Sekunde

lawine ausgelöst, das Zählrohr arbeitet bei diesen Anodenspannungen im *Auslösebereich* oder *Geiger-Müller-Bereich*.

Da jedes Quant infolge der Lawinenwirkung stets das gesamte Zählrohr ionisiert, ist die Amplitude der Spannungsstöße am Widerstand R_a unabhängig von der Art und der Energie der auslösenden Teilchen. Das Geiger-Müller-Zählrohr registriert nur *die Anzahl*, nicht aber die Intensität des einzelnen Teilchens. Dazu kommt, daß die Anzeige auch in einem ziemlich weiten Bereich unabhängig von der Anodenspannung ist. *Bild 4* zeigt eine typische Kennlinie, und zwar die des Valvo-Zählrohres 18 503. Das Zählrohr wurde hierbei einer konstanten Strahlungsquelle ausgesetzt, die im Mittel 100 Teilchen je Sekunde aussendet, und für verschiedene Anodenspannungen wurden die je Sekunde im Rohr ausgelösten Stromstöße senkrecht aufgetragen.

Bei kleinen Anodenspannungen unterhalb der Geiger-Müller-Schwelle hängt die Zahl der Stromstöße sehr von der Anodenspannung ab (auf dieses Gebiet wird am Schluß nochmals kurz eingegangen). Anschließend verläuft die Kennlinie jedoch sehr flach. Dieser Teil wird das *Plateau* genannt. Hier ist die Anzeige ziemlich unabhängig von der Anodenspannung und auch von der Energie der Teilchen, sofern sie nur genügt, um die Ionenlawine ins Rollen zu bringen.

Bei einer anderen Zahl von Teilchen je Sekunde liegt natürlich die Kennlinie entsprechend höher oder tiefer, wie in Bild 4 durch eine gestrichelte Kurve dargestellt. Überschreitet man mit der Anodenspannung den Geiger-Müller-Bereich, dann tritt eine richtige stabile Glimmentladung auf; dieses Gebiet ist deshalb zu vermeiden.

Betrachten wir nun die Vorgänge beim Durchfliegen eines einzelnen Teilchens etwas genauer. Wie schon gesagt, führt jedes Quant zu einer Ionenlawine; der gesamte Innenraum ist ionisiert wie bei einer gezündeten Glimmröhre. Dieser Zustand muß aber wieder beendet werden, d. h. die Entladung muß „gelöscht" werden. Diese Löschung erfolgte früher, als die Röhren nur mit reinem Edelgas gefüllt waren, durch besondere Schaltmaßnahmen. Neuzeitliche Geiger-Müller-Rohre erhalten jedoch, wie

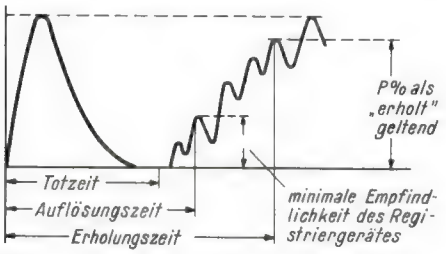


Bild 5. Begriffe für ein Geiger-Müller-Zählrohr

bereits erwähnt, in der Gasfüllung Zusätze von Alkohol- und Halogendämpfen. Diese Dämpfe haben die Eigenschaft, die Ionisierung abzubauen und damit die Röhre für die Zählung eines weiteren Teilchens wieder frei zu machen. Die Halogene verbrauchen sich dabei im Laufe der Zeit, so daß solche selbstlöschenden Zählrohre eine zwar sehr hohe, aber doch begrenzte Lebensdauer haben. So wird für das Zählrohr 18 503 die zu erwartende Lebensdauer mit mindestens 10^{10} Zählungen angegeben. Selbst wenn im Dauerbetrieb je Sekunde 1000 Teilchen gezählt würden, bedeutet dies eine Lebensdauer von rund 3000 Stunden.

Ein einzelnes Elementarteilchen löst nun im Widerstand R_a einen Spannungsstoß etwa nach dem linken Teil von *Bild 5* aus. Durch die Lawinenbildung steigt die Spannung zunächst sehr steil an, während das Teilchen selbst die Röhre schon längst wieder verlassen hat. Dann löst sich die Ionenwolke langsam wieder auf. Während dieser gesamten Impulsdauer und noch etwas darüber hinaus ist das Zählrohr unempfindlich für weitere eintreffende Teilchen. Sie werden in dieser *Totzeit* nicht gezählt. Das Rohr erholt sich gewissermaßen erst allmählich wieder nach dem stattgefundenen Lawinenstrom. Auch die nächst folgenden Teilchen ergeben während dieser *Erholungszeit* noch nicht den ursprünglichen Scheitelwert der Impulse.

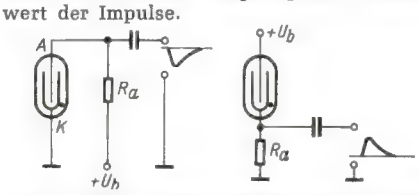


Bild 6. Zwei Schaltungsmöglichkeiten des Zählrohres; Links: Zählimpuls negativ, Rechts: Zählimpuls positiv

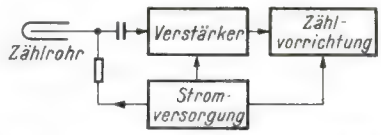


Bild 7. Prinzip eines Strahlungs-Meßgerätes

Man kann allerdings das Registriergerät so empfindlich machen, daß es bereits bei kleineren Impulsen, also nach der *Auflösungszeit* in Bild 5, wieder anspricht. Dies ist dann aber keine Eigenschaft des Zählrohres selbst mehr. Man gibt deshalb in den Daten der Zählrohre die Totzeit als Kennzeichen an. Sie beträgt z. B. bei dem Typ Valvo 18 503 und 18 504 maximal 100 µsec. Eine Zählrohrschaltung besitzt also auch eine obere Grenzfrequenz.

Die Erholungszeit ist die Zeit, nach der die Amplitude des Spannungsstoßes wieder ihren ursprünglichen Wert angenommen hat. Gelegentlich wird auch ein Prozentsatz p angegeben, bei dem man das Zählrohr als erholt gelten läßt (vgl. Bild 5).

In der Praxis steht, wie bei jeder Röhrenschaltung, die Wahl des Erdpunktes frei. *Bild 6* zeigt zwei Schaltungsmöglichkeiten.

Zählrohre werden auch in verschiedenen mechanischen Ausführungsformen hergestellt. Die in Bild 1 dargestellte Form besitzt einen geschlossenen Glaskolben. Sie eignet sich für stark aktive Präparate. Empfindlichere Zählrohre bestehen nur aus einer Glasglocke, in die unten ein sehr dünnes Glimmerfenster für den Strahleneintritt vakuumdicht eingekittet ist. Mit diesen *Glockenzählrohren* lassen sich auch „weiche" Strahlen noch gut nachweisen, da sie durch das Glimmerfenster besser eindringen können. Zum Messen von Flüssigkeiten werden besonders ausgebildete Becher-, Eintauch- und Durchlauf-Zählrohre hergestellt.

Zum Schluß sei noch auf eine Abwandlung des GM-Zählrohres hingewiesen. Unterhalb der Geiger-Müller-Schwelle in Bild 4 werden keine vollständigen Elektronenlawinen ausgelöst, sondern die Zahl der Ionen und damit die Amplitude der Stromstöße sind proportional der Energie der einfallenden Teilchen. Man kann also in diesem Bereich – bei konstanter Anodenspannung – den Energiegehalt einer Strahlung messen. Für diesen Zweck ausgebildete Rohre nennt man *Proportional-Zählrohre*.

Allgemein ist natürlich die Wanddicke von Zählrohren von großem Einfluß, denn eine dicke Glaswand wirkt bereits als Abschirmung gegen radioaktive Strahlen. Um die Dicke zu kennzeichnen, gibt man das Gewicht der Wand in mg/cm² an.

Zählgeräte

Ein vollständiges Zählgerät besteht nach *Bild 7* aus dem Geiger-Müller-Zählrohr, einem Verstärker für die erzeugten Impulse und der eigentlichen Anzeige- oder Zählvorrichtung. Man unterscheidet drei Arten der Anzeige:

1. Einfache optische oder akustische Anzeige durch Aufleuchten einer Glimmlampe oder Knacken in einem Kopfhörer (die Geiger-Zähler ticken ...). In dieser einfachen Weise arbeiten meist die kleinen tragbaren Strahlen-Nachweis- und Warngeräte.
2. Der Mittelwert der Impulse je Sekunde wird mit besonderen Schaltungen angezeigt. Man nennt dies die *Impulsrate* je Sekunde, und in der angelsächsischen Fachliteratur wird eine solche Gesamteinrichtung als *Rate-Meter* bezeichnet. Für diese Mittelwertmessung kann z. B. der kleine direkt anzeigende Tonfrequenzmesser M 574 der FUNKSCHAU[2]) benutzt werden. Er spricht nämlich infolge seiner Schaltung auch auf unregelmäßig eintreffende Schwingungszüge an und bildet daraus den Mittelwert. Führt man ihm also die verstärkten Zählrohr-Impulse zu, so entspricht die angezeigte Frequenz der Impulsrate.
3. Zählung der Einzelimpulse. In der Wissenschaft und angewandten Kerntechnik interessiert die *Zerfallszeit* eines strahlenden Materials und damit die Zahl der in einem bestimmten längeren Zeitraum ausgestrahlten Teilchen. Man startet dann das Zählgerät und setzt es nach einer bestimmten vorgewählten Zeit automatisch still (automatische Einzelzählung *mit Zeitvorwahl*). In anderen Fällen will man eine bestimmte Impulszahl ablaufen lassen und hierfür die Zeit ermitteln. Man richtet dann die Automatik so ein, daß sie nach einer bestimmten Zahl von Impulsen das Zählgerät stillsetzt und hierfür die Zeit angibt (Einzelzählung *mit Impulsvorwahl*). In beiden Fällen muß der Meßplatz noch einen Baustein enthalten, der Zeitmessungen gestattet.

Für ziffernmäßige Angaben der Impulsrate oder bei Einzelzählungen sind – wegen der hohen Geschwindigkeiten – elektronische Zähleinheiten erforderlich. Vielfach verwendet man nun hierzu Zähldekaden mit den Zählröhren E 1 T, wie in Bild 2 zu erkennen. Die Schaltungen zeigen an den Leuchtfeldern der Zählröhren die Einer, Zehner, Hunderter usw. an. Die Röhren geben bei jedem zehnten Impuls einen Stromstoß an die nächste Dekade weiter und betätigen damit die folgende Stelle.

Man ist jedoch nicht unbedingt auf diese Spezial-Zählröhren angewiesen, sondern kann z. B. auch Schaltungen mit zehn einzelnen Glimmröhren (Kaltkatodenröhren) aufbauen, bei denen jede Röhre eine Ziffer bedeutet. Diese Schaltungen bezeichnet man auch als *Zählringe*, da die zugeführten Impulse gewissermaßen in einer Ringschaltung herumlaufen und der zehnte Impuls dann den nächsthöheren Ring anstößt.

Das Interesse des Laien gilt jedoch hauptsächlich den Strahlungs-Warngeräten nach Ziffer 1. Dies sind also sehr vereinfachte GM-Zähler, die nur grob an einem Instrument, einem Magischen Auge oder im Kopfhörer das Auftreten radioaktiver Strahlungen erkennen lassen. Im allgemeinen dürfte wohl kaum ein Privatmann mit einem solchen Gerät einen wirksamen Beitrag zum Strahlenschutz leisten oder Uran-Lager auffinden können. Doch ist die Beschäftigung mit diesen Dingen so lehrreich und interessant, daß der Bau eines solchen einfachen Zählgerätes zum Verständnis der Technik von Strahlungs-Meßplätzen sehr zu empfehlen ist.

[2]) FUNKSCHAU 1957, Heft 14, Seite 389

Geiger-Müller-Zähler M 576

Strahlungs-Warngerät mit Magischem Strich und Kopfhöreranzeige – Zweistufiger Transistorverstärker – Transistor-Gleichspannungswandler – Getrenntes Ladegerät zum Aufladen der eingebauten gasdichten Akkumulatorenbatterie

Bild 1. Geiger-Müller-Zähler M 576. Hinter dem kleinen Fenster im oberen Teil befindet sich die Abstimmröhre DM 70. Durch ihr Aufblitzen wird radioaktive Strahlung angezeigt; sie kann außerdem durch einen eingestöpselten Kopfhörer als Knacken hörbar gemacht werden. Der kleine Knopf an der rechten Seitenwand dient zum Einschalten des Gerätes

Gesamtschaltung

Als Geiger-Müller-Zählrohr in der Schaltung *Bild 2* dient der Typ Valvo 18 503, dessen Daten aus der *Tabelle* im vorhergehenden Aufsatz zu ersehen sind. Die am Arbeitswiderstand R 1 = 10 MΩ auftretenden Impulsspannungen steuern das Gitter der direkt geheizten Abstimmröhre DM 70. Ihr Leuchtschirm (Magischer Strich) leuchtet bei jedem registrierten Impuls kurz auf. Außerdem wirkt das Röhrensystem als Verstärker. Die an dem Anodenwiderstand R 2 auftretende verstärkte Impulsspannung wird einem zweistufigen Transistorverstärker zugeführt und im Kopfhörer als Knacken hörbar gemacht. Dieses Geräusch ist das zum Schlagwort gewordene *Ticken des Geigerzählers*.

Nach verschiedenen Versuchen wurde, im Gegensatz zu manchen veröffentlichten einfacheren Schaltungen, die zweistufige Transistor-Verstärkerschaltung für notwendig erachtet, um auch bei stärkerem Raumgeräusch das Ticken sicher zu hören.

Wegen des niedrigen Eingangswiderstandes einer Transistorstufe mußte der Kopplungskondensator C 3 mit 0,1 µF relativ groß bemessen werden. Zwar wäre wie in der zweiten Stufe bei C 5 eine Kapazität von einigen Mikrofarad noch günstiger, jedoch muß C 3 eine Anodengleichspannung von 80 V vertragen, und leider haben die handelsüblichen Elektrolytkondensatoren für diese Spannung zu große Abmessungen für ein so kleines Gerät. Dagegen konnte C 5 ein Niedervolt-Elektrolytkondensator sein.

Die Arbeitspunkte der beiden Transistoren sind durch Basisspannungsteiler stabilisiert. Emitterwiderstände erzeugen die dazu passende Basisvorspannung. Der Kopfhörer wird über Steckkontakte in die Kollektorleitung des zweiten Transistors T 2 eingeschaltet. Dies hat den Vorteil, daß T 2 keinen Strom verbraucht, wenn nicht abgehört wird und nur die Lichtblitze am Magischen Strich DM 70 verfolgt werden.

Zur Stromversorgung des Modells dienen vier gasdichte, aufladbare Kleinakkumulatorzellen der Firma Vogt & Co zu je 1,25 V Nennspannung. Sie speisen unmittelbar den Transistorverstärker und über den Vorwiderstand R 12 = 150 Ω den Heizfaden der Abstimmröhre DM 70. Zwar wird hierdurch mehr Strom verbraucht, das Heizen aus einer Einzelzelle hätte jedoch eine komplizierte Schaltung erfordert, um die stärker beanspruchte Heizzelle gesondert aufzuladen und alle vier Zellen auf die Dauer gleichmäßig zu beanspruchen.

Die Batterie betreibt ferner den Transistor-Gleichspannungswandler mit dem Valvo-Schaltertransistor OC 76. Die hochtransformierte Spannung wird durch einen Spannungsverdoppler mit zwei Siemens-Gleichrichtern E 300/C 2-C gleichgerichtet und ergibt 500 V Hochspannung für das Zählrohr 18 503.

An eine Anzapfung der Sekundärspule L 3/L 4 ist außerdem ein Einweggleichrichter mit einer hochsperrenden Germaniumdiode Tekade GSD 1,5/20 angeschlossen. Er liefert 80 V Anodenspannung für die Abstimmröhre DM 70.

Der Gleichspannungswandler ist gut abzuschirmen, und die Anodenspannungen werden durch RC-Glieder gesiebt, damit die Frequenz des Wandlers nicht im Kopfhörer stört. Für die 500-V-Spannung genügt die Siebung mit R 13 = 10 MΩ und C 7 = 500 pF. Für die 80-V-Anodenspannung war im Modell nur ein Ladekondensator C 12 = 0,1 µF vorgesehen. Wenn das dadurch verbleibende leise Singen im Kopfhörer stört, wird zweckmäßig noch das Siebglied R 17 – C 14 eingefügt.

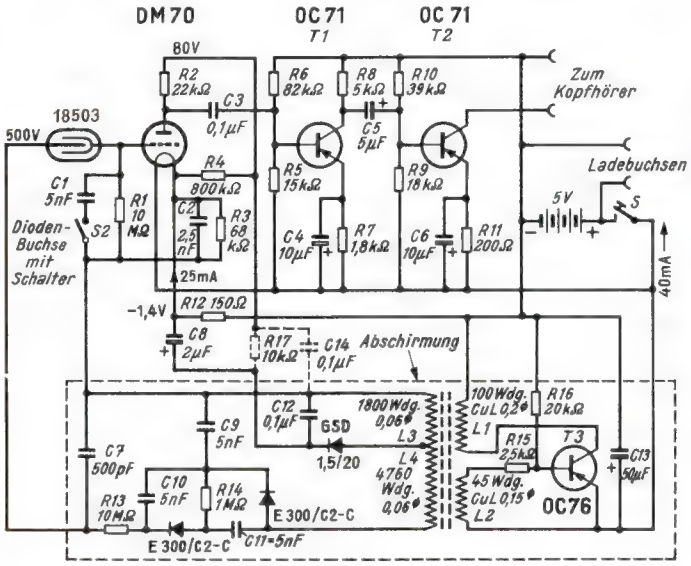
Mechanischer Aufbau

Der mechanische Aufbau ist wenig kritisch. Es ist lediglich darauf zu achten, daß der Anodenanschluß des GM-Zählrohres *gut isoliert* ist und der Gleichspannungswandler dicht abgeschirmt wird. Die nachfolgende Beschreibung gilt daher lediglich als Vorschlag, von dem je nach dem zur Verfügung stehenden Gehäuse oder der Größe der Einzelteile abgewichen werden kann. Es empfiehlt sich, zunächst alle Einzelteile zu beschaffen und danach erst die Verdrahtungsplatten zu entwerfen.

Das Gerät ist in einem weißen Kunststoffkästchen Nr. 7006/W mit den Abmessungen 146 × 74 × 45 mm von der Firma Jautz untergebracht (*Bild 1*). In *Bild 3* ist die Oberseite des Chassis zu sehen. Auf einer Isolierplatte sind die Abstimmanzeigeröhre, die beiden Transistoren und die Widerstände und Kondensatoren des Anzeige- und Verstärkerteiles untergebracht. Links unterhalb dieser Verdrahtungsplatte sitzt das Geiger-Müller-Zählrohr. Rechts erkennt man die vier Vogt-Kleinakkumulatoren. Das Metallkästchen darunter ist die Abschirmung des Gleichspannungswandlers.

Für die *Verdrahtung* ergab sich beinahe zwangsläufig eine Art gedruckter Schaltung, um die Abmessungen klein zu halten und Lockerwerden von Schaltdrähten bei rauher Behandlung zu verhindern. *Bild 4* zeigt die Rückseite der Schaltplatte des Verstärkerteiles mit den aufgemalten und galvanisch verstärkten Leitungszügen des Baumusters.

In die Löcher zum Durchstecken und Einlöten der Bauelemente sind kleine Messinghohlnieten mit 2 mm Durchmesser eingenietet. Man kann die Lage und die Zahl der Nietlöcher leicht abzählen. Ihre genauen Abstände richten sich nach den zu beschaffenden Einzelteilen. Man entwirft vorher den Schaltplan auf Millimeterpapier, klebt dieses am Rand mit Tesafilm auf die Isolierplatte



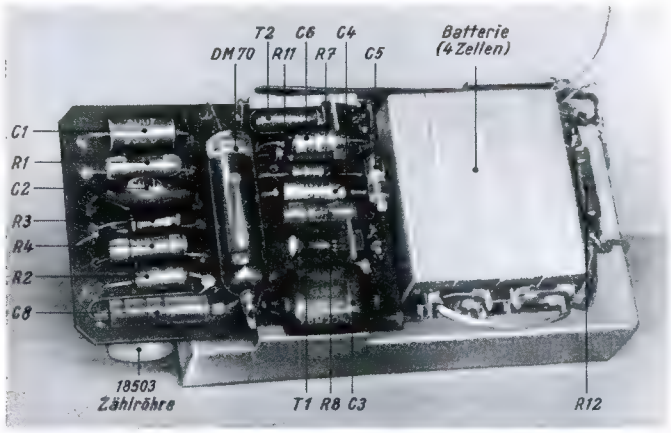


Bild 3. Anzeige- u. Verstärkerteil. Rechts die vier Vogt-Kleinakkumulatoren, das Blechgehäuse darunter enthält den Transistor - Gleichspannungswandler

Links: Bild 2. Schaltung des Geiger-Müller-Zählers M 576

und körnt dann durch das Papier hindurch die Löcher an. Die Leitungszüge werden mit Leitsilber 200 der Degussa aufgemalt. Dabei ist auf innige Verbindung mit den Hohlnieten zu achten. Diese sind zweckmäßig kurz vorher mit einem Senker ganz leicht anzusenken, um sie metallisch blank zu machen. Die einzelnen Leitungszüge werden dann mit

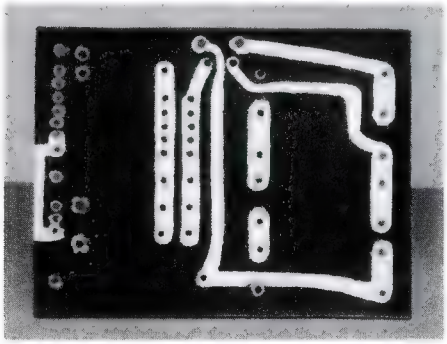


Bild 4. Die Schaltplatte des Verstärkerteiles mit den aufgemalten Leitungszügen

Hilfe eines durchgefädelten blanken Kupferdrahtes untereinander gut leitend verbunden und die Platte als Katode in ein Kupferbad gehängt und galvanisch verkupfert[1]).

Nach gründlichem Spülen und Trocknen sind sofort die vorbereiteten Bauelemente auf die Vorderseite der Platte aufzustecken und auf der Rückseite zu verlöten. Zweckmäßig überzieht man den gesamten Leitungszug mit Zinn, da der galvanische Kupfer- oder Silberauftrag allein bald unansehnlich wird.

Die beiden Transistoren T 1 und T 2 werden durch Steckfassungen gehalten, können also beim Löten herausgenommen werden, damit sie keinen Schaden leiden.

Bild 5 gibt die Seitenansicht des fertig montierten Chassis wieder. Im unteren Teil des Bildes ist der aus Weißblech zusammengelötete Abschirmkasten für den Gleichspannungswandler zu erkennen. Rechts unten befindet sich, mit Gummibändern gehalten, das Geiger-Müller-Zählrohr. Darüber ist die bereits besprochene Schaltplatte für den Verstärkerteil zu sehen. An der im Bild vorn befindlichen Seitenwand des Abschirmkastens ist ein Kontaktfedersatz isoliert angebracht. Er bildet den Einschalter S, der durch einen kleinen Isolierdruckknopf von außen her nur während des Betriebes betätigt wird.

Das Chassis ist oben durch eine Platte verkleidet, die einen Ausschnitt für den Magischen Strich besitzt und zwei Buchsen für den Kopfhöreranschluß und den Anschluß des Ladegerätes trägt. An dieser Zwischenplatte ist mit zwei seitlichen U-Winkeln der übrige Aufbau befestigt. Vier Löcher an den Ecken der Platte passen zu den Befestigungsgewinden im Preßstoffgehäuse. Als äußerer Abschluß dient eine sauber gravierte Resopalplatte *(Bild 1)*, die zusammen mit dem Chassis auf die vier Eckrippen des Preßstoffkastens geschraubt wird.

Die Anordnung der Teile des Gleichspannungswandlers ist aus *Bild 6* zu ersehen. Auch diese Platte ist in Art einer gedruckten Schaltung verdrahtet; *Bild 7* zeigt deren Rückseite mit den Leitungszügen. Durch den Ausschnitt in der Mitte ragt der Spulenkörper des Übertragers hindurch, damit sich recht flache Abmessungen ergeben. Auch hier ist beim Festlegen der Abstandslöcher und der Verdrahtung Rücksicht auf die vorhandenen Teile zu nehmen. So bildete im Modell der Kondenstor C 13 einen Engpaß. Er war handelsüblich nur in den Abmessungen von etwa 50 × 9 mm zu haben, und daraus ergab sich die Breite der Verdrahtungsplatte, andernfalls hätte man sie noch schmaler bauen können. Die Wima-Tropydur-Kondensatoren C 9, C 10, C 11 und C 7 wurden hochkant angeordnet und, wie aus Bild 6 zu ersehen, etwas gegeneinander versetzt, um Raum auf der Grundplatte zu sparen. Allgemein ist zu sagen, daß gerade für den Modellbau so kleiner Geräte die Abmessungen der Kondensatoren für höhere Spannungen

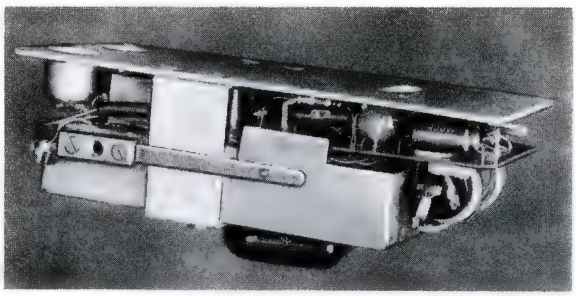


Bild 5. Seitenansicht des montierten Chassis mit der Zwischenplatte oben

die größeren Schwierigkeiten bieten, während Widerstände im allgemeinen genügend klein sind, zumal man in den meisten Fällen auf 0,1-W-Typen übergehen kann. Die hier im Gerät verwendeten 0,25-W-Widerstände sind bereits überbemessen. Der Übergang auf 0,1-W-Typen hätte aber bei den gegebenen Größen der Kondensatoren kaum die Gesamtabmessungen verringert.

Die *Bilder 8, 9* und *10* zeigen Richtwerte für die Hauptabmessungen der wichtigsten selbst anzufertigenden mechanischen Bauteile. Hierbei sei nochmals betont, daß die endgültigen Abmessungen nach den zur Verfügung stehenden Bauelementen festzulegen sind. Für die Abschirmbox hat sich Weißblech von gebrauchten Konservendosen ausgezeichnet bewährt. Es läßt sich gut schneiden, biegen und löten, die Stabilität ist vollkommen ausreichend.

[1]) Vgl. FUNKSCHAU 1957, Heft 8, Seite 205, und 1958, Heft 14, Seite 349

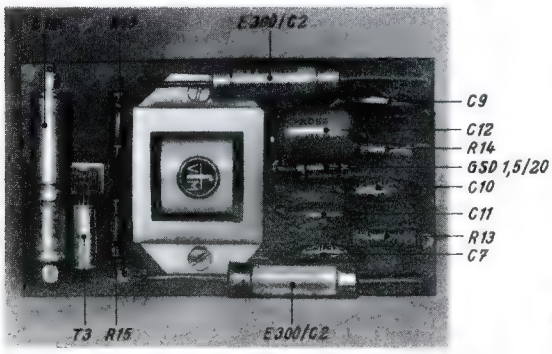


Bild 6. Aufsicht auf den Gleichspannungswandler

Wickeltabelle für Zerhacker-Transformator

Kern: M 30, Ferrit oder hochlegiertes Dynamoblech

L 1 = 100 Wdg. 0,2 CuL

L 2 = 45 Wdg. 0,15 CuL

L 3 = 1800 Wdg. 0,06 CuL

L 4 = 4760 Wdg. 0,06 CuL

L 3 und L 4 liegen, fortlaufend gewickelt, in Reihe

Im Modell verwendete Einzelteile

Widerstände

Pos.	Stück	Teil		
R 1	1	10 MΩ	5 %	0,25 W
R 2	1	22 kΩ	10 %	0,1 W
R 3	1	68 kΩ	10 %	0,1 W
R 4	1	800 kΩ	10 %	0,25 W
R 5	1	15 kΩ	10 %	0,1 W
R 6	1	82 kΩ	10 %	0,1 W
R 7	1	1,8 kΩ	10 %	0,25 W
R 8	1	5 kΩ	10 %	0,25 W
R 9	1	18 kΩ	10 %	0,1 W
R 10	1	39 kΩ	10 %	0,1 W
R 11	1	200 Ω	10 %	0,25 W
R 12	1	150 Ω	1 %	0,25 W
R 13	1	10 MΩ	10 %	0,25 W
R 14	1	1 MΩ	10 %	0,1 W
R 15	1	2,5 kΩ	10 %	0,25 W
R 16	1	20 kΩ	10 %	0,25 W
(R 17)	1	10 kΩ	10 %	0,1 W

Kondensatoren

				Hersteller	Bezeichnung
C 1	5 nF	± 20 %	400 V	Roederstein	
C 2	2,5 nF	± 20 %	500 V	Westermann	
C 3	0,1 µF	± 20 %	90 V	Westermann	
C 4	10 µF		3 V	Roederstein	Miniatur-Elektrolyt
C 5	5 µF		15 V	Roederstein	Miniatur-Elektrolyt
C 6	10 µF		6 V	Roederstein	Miniatur-Elektrolyt
C 7	500 pF	± 20 %	500 V	Westermann	
C 8	2 µF		70/80 V	Roederstein	Elektrolyt
C 9	5 nF	± 20 %	500 V	Westermann	
C 10	5 nF	± 20 %	500 V	Westermann	
C 11	5 nF	± 20 %	500 V	Westermann	
C 12	0,1 µF	± 20 %	250 V	Electrica	
C 13	50 µF		12/15 V	Roederstein	Niedervolt-Elektrolyt
(C 14)	0,1 µF	± 20 %	50 V	Westermann	

Transformator: siehe Tabelle

Röhren und Transistoren

2	OC 71	Valvo
1	OC 76	Valvo
1	DM 70, Indikatorröhre	Valvo
1	18 503, Zählrohr	Valvo

Gleichrichter

2	E 300/C 2–C	Siemens
1	GSD 1.5/20	Tekade

Kleinteile

			Best.-Nr.
4	Kleinakkumulatoren 1,25 V	Vogt & Co	
3	Transistor-Fassungen	Preh	5581
	Befestigungsrahmen	Preh	5581/3
	Diodenbuchse zweipolig	Preh	5972
	Diodenbuchse zweipolig	Preh	6164
	Diodenbuchse mit Schaltkontakt	Preh	
1	Diodenstecker	Preh	6070
1	Diodenstecker	Preh	6165
1	Gehäuse		
1	Abdeckplatte, Resopal graviert, Fa. Kiefer, Säckingen/Rhein, Baslerstr. 8		
1	Aluminium-Blech 1,5 mm, 140 × 68		
2	Haltewinkel		(nach Bild 10)
	Abschirmbox aus Weißblech gefertigt		(nach Bild 9)
	Hartpapier: 70 × 53 × 1 mm, 100 × 55 × 1 mm		
	Schrauben, Muttern, Lötnieten, Schaltlitze		
	Schalter aus Relaiskontakten angefertigt		
1	Kleinhörer, Typ H. M. 21/T,	Sennheiser-electronic	

Vollständiger Bausatz zu beziehen von: Aco, München, Scharfreiterstraße 9

Teile für Ladegleichrichter

1 Transformator (vgl. Bild 11)
1 Grätz-Gleichrichter für Niederspannungen 12 V
R 1 1 200 Ω 10 % 0,25 W
R 2 1 300 Ω 10 % 0,25 W
C 1 1 100 µF 30/25 V
C 2 1 100 µF 30/35 V

Das Ladegerät

Die gasdichten Vogt-Kleinakkumulatoren lassen sich im Gerät aufladen. Hierzu wurde ein kleines Ladegerät nach *Bild 11* entworfen, dessen Aufbau vollständig unkritisch ist. *Bild 12* zeigt deshalb nur im Foto die gewählte Anordnung. Als Gehäuse dient wiederum ein Preßstoffkasten mit den Abmessungen 106 × 74 × 45 mm der Firma Jautz (Bestell-Nr. 7005/w).

Die Inbetriebnahme

Es empfiehlt sich, zuerst den Gleichspannungswandler zum Arbeiten zu bringen, da er die Anodenspannungen von 500 V für das GM-Zählrohr und von 80 V für die DM 70 zu erzeugen hat. Man hört beim Anschließen der Batterie bereits an dem hellen singenden Ton, ob der Transistor

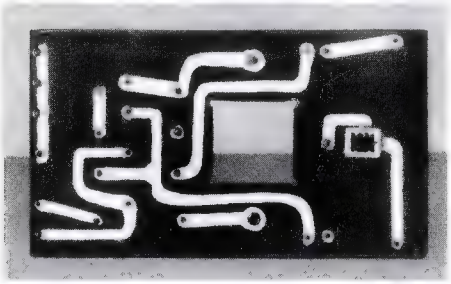


Bild 7. Verdrahtungsplatte des Gleichspannungswandlers

OC 76 schwingt. Ist dies nicht der Fall, so ist entweder die Wicklung L 1 oder L 2 umzupolen, um die Rückkopplungsbedingung zu erfüllen. Mit einem hochohmigen Voltmeter, z. B. dem FUNKSCHAU-Röhrenvoltmeter M 561, wird dann am Kondensator C 12 zunächst die Anodenspannung von 80 V für die DM 70 überprüft. Ist sie vorhanden, dann wird auch die Hochspannung hinter dem Spannungsverdoppler mit den beiden Gleichrichtern E 300/C 2–2 in Ordnung sein. Wegen des hohen inneren Widerstandes der Schaltung kann diese Spannung nur mit einem hochohmigen Röhrenvoltmeter kontrolliert werden.

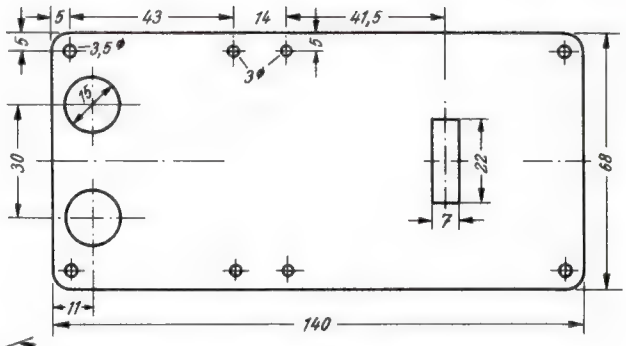
Nunmehr ist die Arbeitsweise des GM-Zählrohres und der Abstimmröhre DM 70 zu überprüfen. Die Röhre wird über den Vorwiderstand von 150 Ω geheizt, wobei sich eine Spannung von etwa 1,4 V am Heizfaden einstellen soll. Dann werden die Anodenspannungen angeschlossen, dabei wird der Magische Strich an den Enden bereits ganz schwach aufglimmen. Bringt man nun ein radioaktives Präparat, z. B. eine Armbanduhr mit Leuchtzahlen, in die Nähe des GM-Zählrohres, dann kann man das unregelmäßige Aufblitzen des Magischen Striches beobachten.

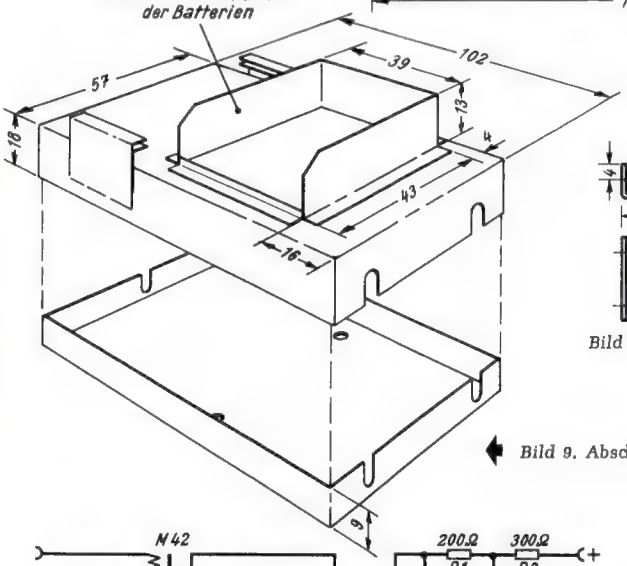
Nunmehr bietet es keine Schwierigkeiten mehr, den zweistufigen Transistorverstärker in Betrieb zu nehmen. Für das Anschließen des Kopfhörers dient eine Diodenbuchse mit eingebautem Schaltkontakt, und zwar wird beim Einstöpseln des Hörers der Kontakt S 2 geöffnet und der Kondensator C 1 abgetrennt. Dadurch wird das Ticken bzw. Knacken im Kopfhörer schärfer.

Nach dem endgültigen Zusammenbau wird das Zählgerät nur jeweils im Bedarfsfall durch Drücken des seitlichen Knopfes S in Betrieb gesetzt. Mit der Stirnseite des Gehäuses, dort wo innen das GM-Zählrohr sitzt, geht man dann in die Nähe der auf Radioaktivität zu untersuchenden Gegenstände. Die Prüfung mit einer Armbanduhr wurde bereits erwähnt.

Zu beachten ist, daß durch die aus dem Weltraum kommende sogenannte *Höhenstrahlung* bereits in verhältnismäßig langen

Bild 8. Abmessungen der Zwischenplatte





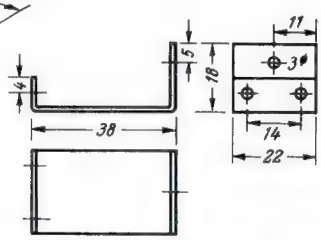


Bild 10. Verbindungswinkel (2 Stück Al.-Blech 1,5 mm)

Bild 9. Abschirmbox für den Gleichspannungswandler

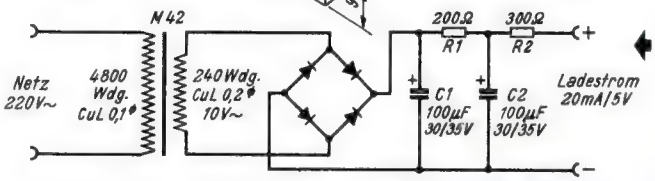


Bild 11. Schaltung des Ladegleichrichters zum Geiger-Müller-Zähler

und unregelmäßigen Zeitabständen ein Aufblitzen bzw. Knacken auftritt. Diese Art der Strahlung ist vollkommen bedenkenlos, ihr ist die Menschheit bereits seit Hunderttausenden von Jahren ausgesetzt, ohne daß Schäden festzustellen sind.

Die Eichung eines Strahlungsmeßgerätes in wissenschaftlichen Instituten erfolgt mit radioaktiven Präparaten bekannter Intensität. Wegen der geringen Energieabsorption in Luft kann man praktisch annehmen, daß die Strahlungsintensität, die *Dosisleistung*, mit dem Quadrat der Entfernung vom Strahler abnimmt. Man benötigt also nur *ein* Präparat bekannter Energie und kann die Eichkurve des Gerätes aufnehmen, indem man die Anzeige für verschiedene Entfernungen vom Präparat aufträgt und statt der Entfernung die entsprechende Dosisleistung angibt. Die folgende Tabelle gibt einige Werte für gebräuchliche radioaktive Isotope:

γ-Strahler	Halbwertzeit	Dosisleistung
Kobalt 60	5⅓ Jahre	130 mr/h
Tantal 182	111 Tage	36 mr/h
Iridium 192	74 Tage	27 mr/h
Cäsium 137	33 Jahre	37 mr/h

Darin bedeuten: *Halbwertzeit* = Zeit bis zum Absinken der Strahlung auf den halben Wert. *Dosisleistung*, angegeben für 1 mC in 10 cm Entfernung. mC = *Milli-Curie;* Curie ist eine Einheit für die Präparatstärke, ein Curie entspricht der Anzahl der Zerfallsprozesse von 1 g Radium in einer Sekunde, nämlich $3{,}7 \cdot 10^{10}$. mr/h = Milliröntgen pro Stunde.

Mit dem hier beschriebenen Modell wurden auch mehrere industriemäßige Fernseh-

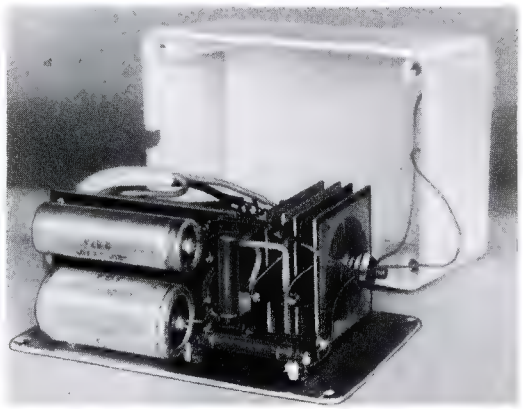


Bild 12. Beispiel für den mechanischen Aufbau eines Ladegleichrichters

empfänger in betriebsfertigem Zustand außen am Gehäuse nach allen Richtungen hin abgetastet. In keinem Fall zeigte sich dabei ein nennenswertes Anzeichen von Röntgenstrahlung. Die Lichtblitze blieben an jeder Stelle geringer in der Zahl als beim Abtasten einer Armbanduhr. Die vielfach geäußerten Befürchtungen wegen der Röntgenstrahlung der Bildröhre sind also gegenstandslos.

Literatur

[1] Hawliczek: Geiger - Müller - Zählrohre. ELEKTRONIK 1953, Nr. 4, Seite 25. Ingenieur-Beilage zur FUNKSCHAU 1953, Heft 10

[2] Hawliczek: Geiger-Müller-Zähler. ELEKTRONIK 1954, Nr. 1, Seite 1. Ingenieur-Beilage zur FUNKSCHAU 1954, Heft 1

[3] Pfetscher: Geiger-Müller-Zählrohre für technische und wissenschaftliche Zwecke. ELEKTRONIK 1956, Nr. 4, Seite 89

Die interessante Schaltung

Grundig-Musikgerät 50 - ein AM-Super ohne Zf-Verstärkung

Vor einigen Monaten übernahm Grundig den ursprünglich nur für den Export bestimmten AM-Super 50 *(Bild 1)* auch in das Inland-Programm. Ein Empfangstest ergab, daß dieses im Äußeren freundlich gestaltete kleine Gerät eine sehr gute Empfangsleistung und Wiedergabequalität aufweist.

Um so überraschter ist man, wenn man beim Studium der Schaltung *(Bild 2)* feststellt, daß es sich hierbei um einen Superhet ohne Zf-Verstärkung handelt. Eine steile Pentode 12 AU 6 (EF 94) dient als additive Mischröhre, und gerade diese Stufe weist bei genauer Betrachtung einige interessante Einzelheiten auf. Die im Schaltbild oben gezeichnete Wicklung der Ferritantenne dient gleichzeitig als Spule des Eingangskreises. Der Oszillator arbeitet in Dreipunktschaltung mit angezapfter Spule zwischen Katode, Gitter 1 und Gitter 3 der Röhre. Dabei ist Gitter 1, wie *Bild 3* im Prinzip zeigt, nur über einen 3-pF-Kondensator und die induktive Kopplung über den Ferritstab an den Oszillatorkreis angeschlossen. Bei der großen Steilheit von 5,2 mA/V genügt diese lose Ankopplung. Sie hat dabei den Vorteil, daß trotz der additiven Mischung nur ein kleiner Teil der Oszillatorspannung auf die Antenne gelangt. Der Zweifach-Drehkondensator besitzt einen besonderen Oszillator-Plattenschnitt, um genauen Gleichlauf zu erzielen und den sonst notwendigen Verkürzungskondensator zu ersparen.

Die Güte des Zf-Bandfilters ist sehr hoch, um gute Trennschärfe zu erhalten. So betragen die Parallelkapazitäten nur je 56 pF, damit das L/C-Verhältnis günstig wird. Von der niederohmigen Anzapfung an der Primärseite des Filters führt eine fest eingestellte Zf-Rückkopplung zurück auf den Oszillatorkreis. Wir haben also hier eine Parallele zu der üblichen Zf-Rückkopplung beim UKW-Baustein im FM-Empfänger. Durch diese Rückkopplung werden Trennschärfe und Empfindlichkeit erhöht, ohne daß jedoch eine schädliche Schwingneigung auftritt.

Am Sekundärkreis des Bandfilters liegt die Demodulatordiode. Der Diodenableitwiderstand ist gleichzeitig als Lautstärkeregler ausgebildet. Sein hoher Wert von 1,3 MΩ bedämpft den Zf-Kreis nur wenig. Ebenso beeinträchtigt der 6,8 MΩ große Gitterableitwiderstand des folgenden Nf-Triodensystems nicht die verzerrungsfreie Gleichrichtung bei großem Modulationsgrad, zumal der Lautstärkeregler selten voll aufzudrehen ist. Die Vorspannung der Triode entsteht automatisch durch den Spannungsabfall des Anlaufstromes an diesem Gitterableitwiderstand.

Bild 1. Grundig-AM-Super Modell 50 für den MW-Bereich. Mit 14 cm Höhe und 26 cm Breite ist die Frontseite nur wenig größer als ein halber DIN-A 4-Briefbogen

Die konventionell geschaltete Endröhre 50 C 5 hat 2,1 W Sprechleistung. Auffallend ist der relativ kleine Gitterkopplungkondensator von 1,5 nF. Er bewirkt einen merklichen Amplitudenabfall für 50 Hz und setzt damit die Wirkung der Brummspannung aus dem nicht gesondert gesiebten Anodenkreis der Nf-Vorröhre herab. Die Wiedergabe tiefer Töne wird dadurch nicht beeinträchtigt, da die Abstrahleigenschaften von Lautsprecher und Gehäuse ohnehin keine Baßanhebung ermöglichen.

Im Netzteil dient eine Röhre 35 W 4 als Einweggleichrichter. Die Heizfäden aller Röhren sind in Serie geschaltet, der Heizstrom beträgt 0,15 A. Die Gesamtheizspannung paßt damit gerade für Netze von 110...125 V. Für 220 V tritt ein kleiner Autotransformator in Funktion, der kurzerhand die Netzspannung auf die Hälfte heruntertransformiert, so daß in der gesamten Schaltung mit Kondensatoren niedriger Betriebsspannung gearbeitet werden kann, z. B. haben die Elektrolytkondensatoren im Netzteil bei 2 × 40 µF Werte von 150/165 V. Die Anode der Endröhre liegt direkt am Ladekondensator, alle übrigen Spannungen werden mit 1,5 kΩ und 40 µF vom Netzbrumm befreit. Eine Kompensationswicklung auf dem Ausgangsübertrager unterdrückt auch im Anodenkreis der Endröhre das restliche Brummen.

Die Schaltung ist auf eine Platte nach *Bild 4* gedruckt. Ist bereits das Schaltbild für unsere an komplizierte AM/FM-Super gewohnten Augen von großer Einfachheit, so überrascht der mechanische Aufbau ebenfalls durch seine Kleinheit und Übersichtlichkeit. Der Aufwand erscheint fast geringer als bei den alten Rückkopplungs-Einkreisern vom Typ VE 301. Dabei sind Wiedergabe und Empfangsleistung bedeutend besser, denn man muß berücksichtigen, daß für das Modell 50 bei Ortsempfang keine Außenantenne notwendig ist, sondern daß der eingebaute Ferritstab genügt, um die Endstufe voll durchzusteuern. Auch der Preis von nur 82.– DM entspricht für heutige Verhältnisse durchaus dem des damaligen VE 301, ja bei Beachtung der Umrechnungszahlen für zahlreiche industrielle Erzeugnisse ist er sogar noch billiger. Diese Konstruktion ist also eine sehr glückliche Lösung für einen wirklich billigen Zweitempfänger oder für Leute mit sehr schmalem Geldbeutel.

Der Techniker aber nimmt mit großer Überraschung zur Kenntnis, daß selbst ein Überlagerungsempfänger ohne Zf-Verstärkung den alten Ein- und Zweikreisern überlegen ist, so daß man wohl den Geradeausempfänger endgültig auf den Aussterbeetat setzen kann.

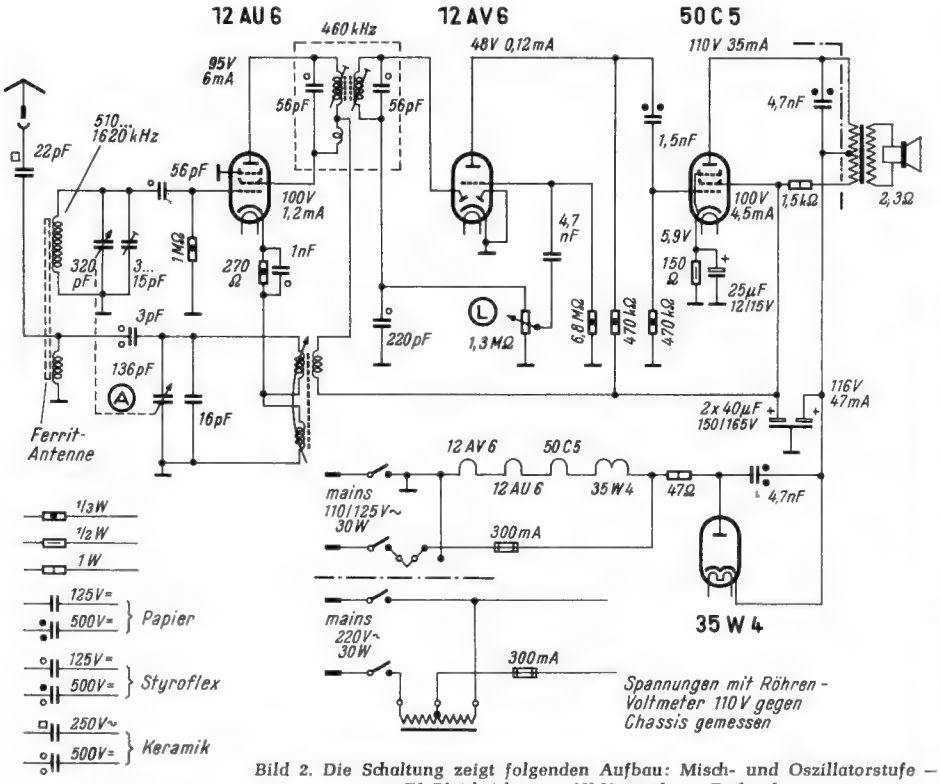


Bild 2. Die Schaltung zeigt folgenden Aufbau: Misch- und Oszillatorstufe – Zf-Gleichrichter – Nf-Vorstufe – Endstufe

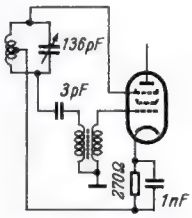


Bild 3. Prinzip des Oszillatorkreises

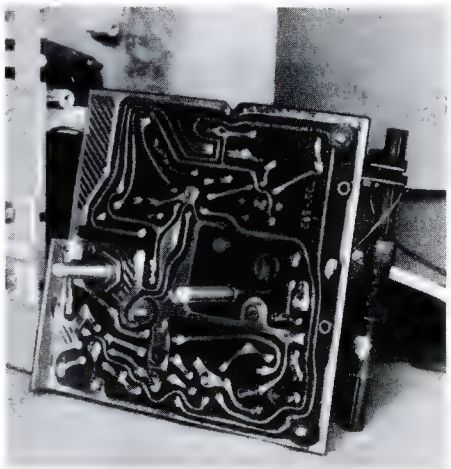


Bild 4. Die gedruckte Schaltung ist auf einer Hartpapierplatte von ca. 12 × 12 cm untergebracht

Schallplatten-Schneidkennlinien und ihre Entzerrung

Unterlagen für die Dimensionierung von Nadelton-Entzerrern

Von Heinz O. Graumann

Beim Aufbau hochwertiger Übertragungsanlagen für Schallplattenwiedergabe werden bevorzugt magnetische Tonabnehmer verwendet. Sie ermöglichen bei extrem breitem Frequenzband und äußerst niedriger Auflage- und Rückstellkraft eine völlig verzerrungsfreie Umwandlung der mechanischen Tonaufzeichnungen in elektrische Schwingungen. Die der Schnelle proportionale Ausgangsspannung des magnetischen Tonabnehmers gestattet eine korrekte Entzerrung der Schallplatten-Schneidkennlinien. Dies ist Voraussetzung für die volle Ausnutzung der ausgezeichneten klanglichen Eigenschaften moderner Schallplatten.

Die meisten Arbeiten, die den Bau von Nadelton-Entzerrern oder Phono-Koffern behandelten, brachten lediglich fertige Schaltungen und deren Frequenzgänge. Über die Grundlagen der Dimensionierung solcher Schaltungen wurde wenig oder gar nichts gesagt. Vielfach wurde vom Prinzip des bekannten Fächerentzerrers Gebrauch gemacht, was aber nur eine grobe Annäherung an den zu fordernden Frequenzgang ermöglicht. Er befriedigt zwar manche Ohren, für höhere Ansprüche ist er jedoch unzureichend.

In dieser Arbeit sollen nun alle erreichbaren Informationen über Schallplatten-Schneidkennlinien zusammengestellt und die für magnetische Tonabnehmer gebräuchlichen Entzerrerschaltungen und ihre Dimensionierung beschrieben werden.

Da man sich bisher meist auf Informationen aus zweiter Hand verlassen mußte, wurden die Schallplattenhersteller direkt um Auskunft über die von ihnen zu verschiedenen Zeiten verwendeten Schneidkennlinien gebeten.

Für zahlreiche ausländische Fabrikate fanden sich ausführliche Angaben in der Fachliteratur [6, 11].

1. Schallplatten-Schneidkennlinien

Grundsätzlicher Verlauf

Die *Schnelle* s ist die Wechselgeschwindigkeit der Abtastnadel am Berührungspunkt in der Rille, sie wird in cm · sec^{-1} angegeben. Der Zusammenhang zwischen der Schnelle und der *Auslenkung* a der Schallrille wird beschrieben durch

$$s = a \cdot \omega \ [\mathrm{cm} \cdot \mathrm{sec}^{-1}] \qquad (1)$$

wobei $\omega = 2\pi \cdot f$ ist. Unter der *Schneidkennlinie* wird die Schnelle der Aufzeichnung als Funktion der Frequenz bei konstanter Eingangsspannung an der Schneidapparatur verstanden.

Eine konstante Schnelle läßt sich bei tiefen Frequenzen wegen der dann zu groß werdenden Auslenkung nicht realisieren. Eine große Auslenkung erfordert einen großen Rillenabstand und verringert damit die Spieldauer der Platte. Bei der Aufnahme wird daher unterhalb einer *Übergangsfrequenz* von 250 bis 500 Hz die aufgezeichnete Schnelle vermindert. Die Steilheit dieser Tiefenabsenkung beträgt im allgemeinen 6 dB/Oktave. Durch Anhebung der tiefsten Frequenzen unterhalb einer weiteren Übergangsfrequenz von 50 bis 100 Hz treten bei der Wiedergabe die Rumpelgeräusche weniger in Erscheinung.

Ein Anheben der hohen Frequenzen bei der Aufnahme und ein entsprechendes Absenken bei der Wiedergabe verbessert den Rauschabstand, eine Möglichkeit, von der besonders in den USA frühzeitig Gebrauch gemacht wurde. Die Übergangsfrequenzen liegen hierbei zwischen 1500 und 3200 Hz, die Steilheit der Anhebung beträgt in den meisten Fällen 6 dB/Oktave.

Übergangsfrequenz und Zeitkonstante

Die *Übergangsfrequenz* ist durch den Schnittpunkt der Asymptote eines ansteigenden Astes mit dem waagerechten Teil der Schneidkennlinie gegeben. Diese Asymptote verläuft in doppelt-logarithmischem Maßstab unter einem Winkel von 45°.

Die Schneidkennlinie ergibt sich aus mehreren Teilkurven, die dem Widerstand oder Leitwert von Widerstand-Kondensator-Schaltungen mit bestimmten *Zeitkonstanten* entsprechen. So gilt z. B. für die Schneidkennlinie der Teldec:

Zeitkonstante eines Leitwertes einer Reihenschaltung aus R und C (Tiefenanhebung), $\tau_1 = 3180$ µsec

Zeitkonstante eines Widerstandes einer Reihenschaltung aus R und C (Tiefenabsenkung), $\tau_2 = 318$ µsec

Zeitkonstante eines Leitwertes einer Parallelschaltung aus R und C (Höhenanhebung), $\tau_3 = 50$ µsec

Der Zusammenhang zwischen den Zeitkonstanten und den entsprechenden Übergangsfrequenzen ist gegeben durch

$$f_{ü} = \frac{1}{2\pi \cdot \tau} \qquad (2)$$

Eine Schneidkennlinie ist also durch die Angabe der Übergangsfrequenzen oder der Zeitkonstanten eindeutig bestimmt.

Berechnung der Schneidkennlinie

Aus den bekannten Scheinwiderstands-Formeln für RC-Glieder lassen sich die folgenden Gleichungen für den Verlauf der Teilkurven einer Schneidkennlinie herleiten. Dabei ist A_f das Übertragungsmaß (z. B. die relative Schnelle) bei einer beliebigen Frequenz f.

Tiefenanhebung, Übergangsfrequenz f_1, Zeitkonstante τ_1:

$$\boxed{A_f = +10 \cdot \lg\left[1 + \left(\frac{f_1}{f}\right)^2\right] = +10 \cdot \lg\left[1 + \left(\frac{1}{\omega \cdot \tau_1}\right)^2\right] [\mathrm{dB}]} \qquad (3)$$

Tiefenabsenkung, Übergangsfrequenz f_2, Zeitkonstante τ_2:

$$\boxed{A_f = -10 \cdot \lg\left[1 + \left(\frac{f_2}{f}\right)^2\right] = -10 \cdot \lg\left[1 + \left(\frac{1}{\omega \cdot \tau_2}\right)^2\right] [\mathrm{dB}]} \qquad (4)$$

Tabelle 1. Verlauf der Teilkurven von Schneidkennlinien

f [Hz]	Tiefenanhebung [dB] f_1 =			Tiefenabsenkung [dB] f_2 =					Höhenanhebung [dB] f_3 =				
	50 Hz	60 Hz	100 Hz	250 Hz	300 Hz	350 Hz	400 Hz	500 Hz	1590 Hz	2120 Hz	2500 Hz	2800 Hz	3180 Hz
30	+5,77	+6,99	+10,83	−18,47	−20,04	−21,37	−22,53	−24,46					
40	+4,08	+5,12	+8,60	−16,02	−17,58	−18,89	−20,04	−21,96					
60	+2,28	+3,01	+5,77	−12,64	−14,15	−15,44	−16,58	−18,47					
120	+0,70	+0,97	+2,28	−7.28	−8,60	−9,78	−10,85	−12,64	+0,02				
250	+0,17	+0,24	+0,64	−3,01	−3,87	−4,71	−5,51	−6,99	+0,11	+0,06	+0,04	+0,03	+0,03
500	+0,04	+0,06	+0,17	−0,97	−1,34	−1,73	−2,15	−3,01	+0,41	+0,24	+0,17	+0,13	+0,11
1 000			+0,04	−0,26	−0,37	−0,50	−0,64	−0,97	+1,45	+0,87	+0,64	+0,52	+0,41
2 000				−0,07	−0,10	−0,13	−0,17	−0,28	+4,12	+2,76	+2,15	+1,79	+1,45
4 000						−0,03	−0,04	−0,07	+8,65	+6,59	+5,51	+4,84	+4,12
6 000									+11,82	+9,54	+8,29	+7,48	+6,59
8 000									+14,20	+11,82	+10,51	+9,62	+8,65
10 000									+16,07	+13,67	+12,30	+11,38	+10,37
12 000									+17,63	+15,19	+13,80	+12,87	+11,82
15 000									+19,54	+17,08	+15,68	+14,73	+13,65

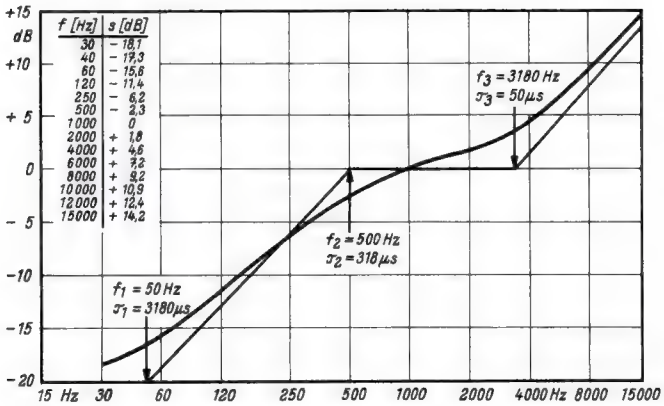


Bild 1. Die Schneidkennlinie der Schallplatten der Firma Teldec

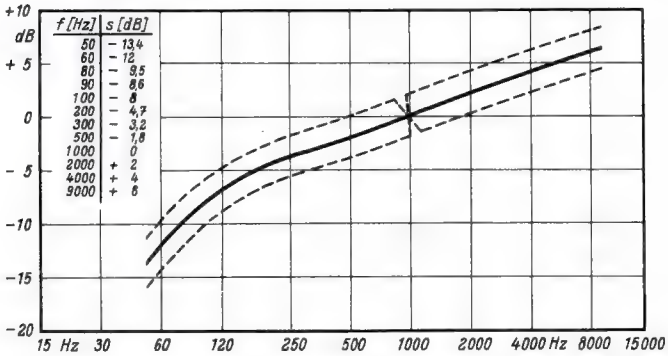


Bild 2. Die Schneidkennlinie der Schallplatten N 78 der BBC

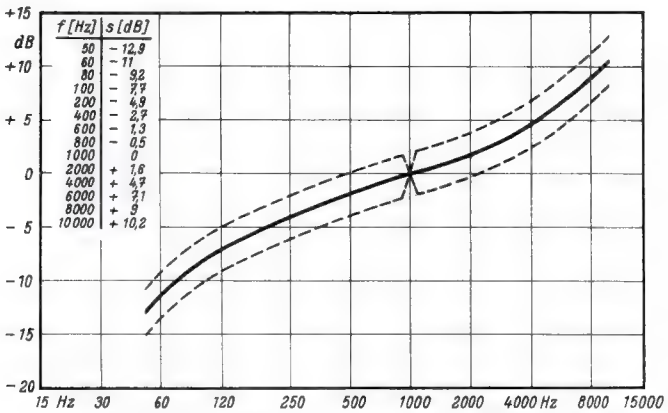


Bild 3. Die Schneidkennlinie der Schallplatten M 33 der BBC

Tabelle 2a. Schallplatten-Schneidkennlinien

Nr.	Bezeichnung	Tiefenanhebung		Tiefenabsenkung		Höhenanhebung	
		f_1 [Hz]	τ_1 [µs]	f_2 [Hz]	τ_2 [µs]	f_3 [Hz]	τ_3 [µs]
1	250			**250**	636		
2	500			500	318		
3	Columbia N 78			300	530	1590	100
4	Columbia M 33	100	1590	500	318	1590	100
5	NAB			500	318	1590	100
6	NARTB	60[1])	2720	500	318	1590	100
7	AES [2])			400	398	2500	64
8	ffrr			**400**	398	3 dB/Oktave ab 3000 Hz	
9	London	100	1590	500	318	2800	57
10	CCIR			350	450	3180	50
11	IEC N 78	50	3180	350	450	3180	50
12	RCA	50	3180	500	318	2120	75
13	Teldec	50	3180	500	318	3180	50

[1]) Siehe Text!

[2]) Wiedergabekennlinie!

Höhenanhebung, Übergangsfrequenz f_3, Zeitkonstante τ_3:

$$A_f = +10 \cdot \lg \left[1 + \left(\frac{f}{f_3}\right)^2\right] = +10 \cdot \lg \left[1 + (\omega \cdot \tau_3)^2\right] \quad [\text{dB}] \qquad (5)$$

In *Tabelle 1* sind für die in der Praxis verwendeten Übergangsfrequenzen die nach obigen Gleichungen berechneten Werte zusammengestellt.

Der Gesamtverlauf der Schneidkennlinien ergibt sich durch Addition der jeweiligen Teilkurven, wobei man im allgemeinen auf $A_{1000\,\text{Hz}} = 0$ dB normieren wird. *Bild 1* zeigt als Beispiel die schon erwähnte Teldec-Schneidkennlinie. In den *Bildern 2* und *3* sind die im Studiobetrieb der BBC verwendeten Schneidkennlinien dargestellt.

Die „ideale" Schneidkennlinie läßt sich nicht exakt berechnen, bei ihrer Festlegung spielen neben vielen Erfahrungen auch persönliche Auffassungen eine Rolle. So kommt es, daß die verschiedenen Normen beträchtliche Abweichungen aufweisen. Die *Toleranzen* sind in allen Normen mit ± 2 dB festgelegt.

Da es kaum möglich ist, unter allen Aufnahmebedingungen und mit allen Aufnahmesystemen tatsächlich eine einheitliche Schnelle/Frequenz-Charakteristik aufzuzeichnen, taucht neuerdings der Gedanke auf, an Stelle der Schneidkennlinie die *Wiedergabekennlinie* zu normen. Beim Schneiden der Schallplatte werden dann die Klangregler des Aufnahmeverstärkers so eingestellt, daß später bei der Wiedergabe über einen Entzerrer mit der genormten Wiedergabekennlinie ein ausgewogenes Klangbild entsteht. Ein Beispiel hierfür ist die in den USA von der Audio Engineering Society festgelegte AES-Wiedergabekennlinie.

Praktisch angewandte Schneidkennlinien

Aus den zuverlässigsten zur Zeit erhältlichen Informationen wurde die *Tabelle 2a* mit den Daten von Schallplatten-Schneidkennlinien zusammengestellt. *Tabelle 2b*[3]) gibt einen Überblick über den Verlauf der Wiedergabekennlinien. Diese Tabellen werden im folgenden durch Angaben über Anwendung und Wiedergabe-Entzerrung der einzelnen Kennlinien ergänzt. Die fett gedruckten Zahlen beziehen sich auf Tabelle 2a.

1. Alte europäische Schneidkennlinie

CETRA (Turin/Italien) N 78

HMV (His Masters Voice) N 78
Columbia N 78 } in England von Electrical and Musical Industries Ltd. hergestellt

Obwohl nach Unterlagen der Firma der Frequenzgang oberhalb 250 Hz linear ist, klingen diese Platten mit einer solchen Entzerrereinstellung etwas schrill. Dies ist offenbar auf Resonanzspitzen der zur Aufnahme verwendeten Mikrofone im oberen Frequenzbereich zurückzuführen. Eine Höhenabsenkung mit 6 dB/Oktave oberhalb $f_3 = 5500$ Hz ($\tau_3 = 29$ µs) ergibt eine natürlichere Wiedergabe mit leicht vermindertem Nadelgeräusch.

Diese Kennlinie dürfte auch für andere ältere Platten englischen Ursprungs (englische Parlophone, Brunswick usw.) gelten.

2. Vor dem zweiten Weltkrieg von vielen Gesellschaften in USA (außer RCA Victor, siehe **12**), von den meisten europäischen Firmen anscheinend bis etwa 1950 angewandt.

Nach Unterlagen aus zweiter Hand wurden von der DGG (Deutsche Grammophon-Gesellschaft) N 78-Platten vor 1950 mit $f_2 = 400$ Hz, danach auch mit $f_2 = 400$ Hz und $f_3 = 5200$ Hz geschnitten. In Italien wurde für N 78 und M 33 auch die Übergangsfrequenz $f_2 = 1000$ Hz ($\tau_2 = 159$ µs) verwendet.

3. Ältere Columbia N 78

4. Columbia LP (M 33)

in *England* hergestellte HMV M 33

Die in USA von RCA Victor gepreßten HMV-Langspielplatten werden von in England aufgenommenen Bändern überspielt und mit der RCA-Victor-Kennlinie **(12)** geschnitten.

Vanguard, Bach Guild, CETRA M 33, Vox

5., 6. Die NARTB-Kennlinie (National Association of Radio and Television Broadcasters) trat an die Stelle der NAB-Kennlinie (National Association of Broadcasters). Nach ihr sind viele neuere USA-Platten geschnitten, z. B. Artist, Capitol, MGM.

Westminster (auf Umschlag angegeben)

Tempo M 33 (annähernd)

Die maximale Tiefenabsenkung beträgt bei der NARTB-Kurve 16 dB. Der Übergang von der Tiefenabsenkung zur Tiefenanhebung ist sehr scharf, viel schärfer, als er mit einem einfachen RC-Glied entzerrt werden könnte. Es ist daher eine Annäherung an die tatsächliche Kennlinie notwendig, wenn ein einfaches Entzerrerglied verwendet werden soll. Eine Übergangsfrequenz $f_1 = 60$ Hz ergibt eine befriedigende Wiedergabe bei sehr tiefen Frequenzen (Abweichung ca. + 1 dB bei 40 Hz!).

Siehe auch **12.**!

[3]) Tabelle 2b folgt im Schlußteil der Arbeit

7. Die AES-Standard-Wiedergabekennlinie wurde von der Audio Engineering Society 1951 festgelegt mit dem Ziel, einen möglichst großen Teil der bis dahin (in USA) verwendeten Schneidkennlinien ausreichend zu entzerren. Mit $f_2 = 400$ Hz werden innerhalb der Toleranz von ± 2 dB alle Übergangsfrequenzen zwischen 325 und 500 Hz erfaßt.

8. Decca N 78 ffrr } London Gramophone Corporation
London N 78 ffrr }

9. London M 33, M 45
wahrscheinlich auch Decca-Langspielplatten

10. Deutschland 1952 bis 1955
DGG $33^1/_3$ LP
CCIR-Empfehlung Nr. 134 (VIIth Plenary Assembly, 1953)

Diese Kennlinie war auch in den Entwürfen zu DIN 45 533 (N 78), DIN 45 536 (M 45) und DIN 45 537 (M 33) vom März 1953 enthalten. Diese Entwürfe wurden nicht weiterbehandelt und sind inzwischen durch die neuen Entwürfe vom Juli 1957 (siehe **13.**) ersetzt worden.

11. Deutschland 1952 bis 1955
Ausland N 78

Von der IEC (Internationale Elektrotechnische Kommission) und in B.S. 1928 (British Standard) 1955 für Normalrillen-Schallplatten empfohlen.

12. RCA Victor „New Orthophonic"-Kennlinie

Nach Unterlagen der RCA wird diese Kennlinie seit August 1952 für alle RCA-Victor-Platten verwendet. Mit wenigen Ausnahmen am Anfang der 6000-, 7000- und 9000-Serie gilt dies für alle LM-, WDM- und DM-Platten oder Alben über 1701 und für LCT und WCT über 1112, desgleichen für alle LHMV-, WHMV-, LBC-, WBC- sowie alle M 45-Platten mit verlängerter Spieldauer (Extended Play).

Für die *Wiedergabe*-Entzerrung von RCA-Victor-Platten, die vor August 1952 erschienen sind, sollte die gleiche Einstellung, jedoch *ohne* die Tiefenabsenkung unterhalb 50 Hz verwendet werden. Im Bereich von 300 bis ca. 7500 Hz ist der Unterschied zwischen der alten und der neuen Kennlinie kleiner als 1 dB!

Die in Deutschland von der Teldec unter der Originalmarke RCA veröffentlichten Aufnahmen werden von RCA-Originalbändern neu überspielt und gepreßt!

Philips

NARTB-Empfehlung 1953, Normal- und Mikrorillen-Schallplatten
Von der IEC und in B.S. 1928 1955 für Mikrorillen-Schallplatten empfohlen.

13. Alle bei der Teldec gefertigten M 33, M 45 und N 78
Die meisten Schallplatten neuerer Fertigung

Diese Kennlinie liegt auch den neuen Norm-Entwürfen zu DIN 45 533 (N 78), DIN 45 536 (M 45) und DIN 45 537 (M 33) vom Juli 1957 zugrunde, sie ist ebenfalls in der IEC-Empfehlung 1955 für Normal- und Mikrorillen-Schallplatten enthalten.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß es auf Grund der internationalen Verbindungen innerhalb der Schallplattenindustrie durchaus möglich ist, daß Platten mit dem Etikett der Firma X von der Firma Y mit ihrer eigenen Kennlinie aufgenommen wurden. Man darf sich also nicht allein auf die publizierten Kennlinien verlassen.

2. Nadelton-Entzerrer

Grundsätzliche Anforderungen

Die Aufgabe des Nadelton-Entzerrers ist es, mit Hilfe der spiegelbildlich zur Schneidkennlinie verlaufenden Wiedergabekennlinie den Frequenzgang der Ausgangsspannung dem der Eingangsspannung an der Schneidapparatur so getreu wie möglich anzugleichen. Die gewünschte Wiedergabekennlinie läßt sich auf verschiedene Weise erzielen – jede Methode hat ihre Vor- und Nachteile.

Der Richtwert der Schnelle bei 1000 Hz und Vollaussteuerung beträgt für

N 78	16 cm · sec^{-1},
M 45	12 cm · sec^{-1},
M 33	10 cm · sec^{-1}.

Die Ausgangsspannung des Tonabnehmersystems Elac MST 2 ist

4,5 mV/cm · sec^{-1} für das N-System und
5,5 mV/cm · sec^{-1} für das M-System.

Mit einer Höhenanhebung von 20 dB ergibt sich also eine Eingangsspannung von *maximal 720 mV*, die der Nadelton-Entzerrer möglichst verzerrungsfrei verarbeiten muß. Die aufgezeichnete Modulation wird jedoch größtenteils unter diesem Spitzenwert bleiben. Durch eine Tiefenabsenkung von 20 dB sinkt die Eingangsspannung am unteren Ende des Übertragungsbereiches auf *5,5 mV und weniger*, so daß der Störpegel des Nadelton-Entzerrers so niedrig wie möglich gehalten werden muß.

Schaltungsprinzipien

Für die Wiedergabe-Entzerrung von Schallplatten-Schneidkennlinien bieten sich *drei Grundschaltungen* an:

a) ein zwischen zwei Röhrenstufen angeordneter frequenzabhängiger RC-Spannungsteiler,
b) ein Verstärker mit frequenzabhängiger Gegenkopplung,
c) zur Höhenabsenkung eine niederohmige Belastung des magnetischen Tonabnehmers, wobei aus der Induktivität des Tonabnehmersystems und dem Belastungswiderstand ein frequenzabhängiger Spannungsteiler entsteht.

Diese drei Grundschaltungen sind in den folgenden Bildern dargestellt.

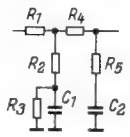


Bild 4. Frequenzabhängiger RC-Spannungsteiler als Entzerrerglied

Zum Einmessen des Wiedergabefrequenzganges kann die Meßspannung über einen Widerstand von 5 Ω in Serie mit dem Tonabnehmersystem eingespeist werden, wie es in *Bild 5* angedeutet ist. Im folgenden werden die Regeln für die Dimensionierung der Schaltungen angegeben.

Entzerrer mit RC-Spannungsteiler (Bild 4)
Tiefenanhebung

Je größer die Grunddämpfung des ohmschen Spannungsteilers R_1/R_2 ist, desto näher kann die Steilheit der Tiefenanhebung dem mit einem einfachen RC-Glied nicht erreichbaren Idealfall von 6 dB/Oktave kommen. Mit

$\frac{R_1}{R_2} = a$ und $K = 1 + a$ wird die maximale Steilheit (Wendepunkt)

$$S = \frac{6\,(K-1)}{K+1} \quad \text{[dB/Oktave]} \tag{6}$$

Hierbei ist der Einfluß des Innenwiderstandes der Vorröhre vernachlässigt, was jedoch in den meisten Fällen (Trioden) zulässig sein wird. Der Röhren-Innenwiderstand addiert sich zu R_1.

Der Gesamtbetrag der Anhebung ist gleich der Grunddämpfung $20 \cdot \lg K$, der Frequenzbereich der Anhebungskurve ist gegeben durch

$$f_2 = K \cdot f_1 \tag{7}$$

Die Übergangsfrequenz f_2 wird bestimmt durch die Zeitkonstante

$$\tau_2 = R_2 \cdot C_1 \tag{8}$$

Mit einer Grunddämpfung von 33 dB ($K = 45$, $R_1 = 44 \cdot R_2$) wird die Steilheit 5.75 dB/Oktave. Bei einer Übergangsfrequenz von $f_2 = 500$ Hz ergibt sich dann eine Abweichung von der Sollkurve von ca. -1 dB bei 30 Hz. Man kann auch den Entzerrer für eine um ca. 10 % höhere Übergangsfrequenz dimensionieren, wodurch die Abweichungen von der Sollkurve vorwiegend in der Umgebung der Übergangsfrequenz auftreten.

Tiefenabsenkung

Der Beginn der Tiefenabsenkung wird bei $R_3 = 0$ nach (7) durch die Grunddämpfung bestimmt. Für den oben beschriebenen Spannungsteiler mit einer Grunddämpfung von 33 dB und einer Übergangsfrequenz von 500 Hz ergibt sich $f_1 = 11$ Hz.

Um die für die Entzerrung neuerer Schneidkennlinien erforderlichen größeren Werte von $f_1 = 50$ bis 100 Hz zu erhalten, wird der Widerstand R_3 parallel zu C_1 geschaltet. Dabei muß sein

$$R_3 \cdot C_1 = \tau_1 \tag{9}$$

Höhenabsenkung

Eine Höhenabsenkung mit einer Steilheit von 6 dB/Oktave wird bei $R_5 = 0$ durch den Kondensator C_2 bewirkt. Für die Dimensionierung gilt

$$\tau_3 = (R_2 + R_4) \cdot C_2 \tag{10}$$

dabei kann auch $R_4 = 0$ sein.

Die Höhenentzerrung für die ffrr-Kennlinie wird nach [16] wie folgt berechnet:

$$\text{Steilheit} = 3\ \text{dB/Oktave} \rightarrow K = 3$$

$$\frac{R_2 + R_4}{R_5} = 2 \tag{11}$$

$$f_s' = 1{,}72 \cdot f_s, \qquad f_s' = 5160\ \text{Hz}$$

$$C_2 = \frac{1}{2\pi \cdot f_s' \cdot (R_2 + R_4 + R_5)} \tag{12}$$

Entzerrer mit Gegenkopplung (Bild 5)

Bei diesem Entzerrer werden die Übergangsfrequenzen durch die Zeitkonstanten im Gegenkopplungskreis bestimmt. Die Anordnung entsprechender RC-Glieder ergibt jedoch noch nicht eine Steilheit der Anhebung von 6 dB/Oktave. Der bestimmende Faktor für die erzielbare Anhebung ist die durch die Gegenkopplung bewirkte Grunddämpfung. Wie bei dem Entzerrer mit RC-Spannungsteiler ist auch hier eine Steilheit von 6 dB/Oktave nicht erreichbar, sie würde eine Grunddämpfung von ∞ erfordern.

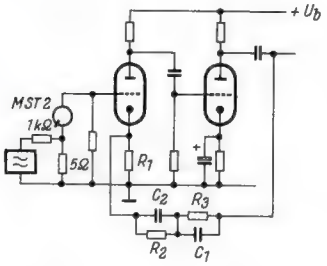


Bild 5. Nadelton-Entzerrer mit Gegenkopplung (Einspeisung der Meßspannung zur Aufnahme des Frequenzganges)

Es sei

V_o = Verstärkung im mittleren Übertragungsbereich *ohne* Gegenkopplung,

V_m = Verstärkung im mittleren Übertragungsbereich *mit* Gegenkopplung,

V_t = Maximalwert der Verstärkung mit Gegenkopplung am *unteren* Ende des Übertragungsbereiches.

V_h = Minimalwert der Verstärkung mit Gegenkopplung am *oberen* Ende des Übertragungsbereiches.

Die Gesamtverstärkung mit Gegenkopplung bei der Frequenz f ist

$$V(f) = \frac{V_o}{1 + V_o \cdot \alpha(f)}, \tag{13}$$

wobei α das Widerstandsverhältnis des Gegenkopplungsspannungsteilers ist. Bei genügend hohen Frequenzen wird

$$\alpha_m = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

und die Verstärkung im mittleren Übertragungsbereich

$$V_m = \frac{V_o}{1 + V_o \cdot \alpha_m} \tag{14}$$

Bei sehr tiefen Frequenzen wird

$$\alpha_t = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3}$$

und V (f) erreicht den Maximalwert

$$V_t = \frac{V_o}{1 + V_o \cdot \alpha_t} \tag{15}$$

Tiefenanhebung

Die maximal erzielbare Tiefenanhebung ist gleich V_t/V_m. Die Größe der Tiefenanhebung bei einer beliebigen Frequenz f kann aus der folgenden Gleichung bestimmt werden:

$$\left|\frac{V(f)}{V_m}\right| = \frac{V_t}{V_m}\sqrt{\frac{1 + (f/f_2)^2}{1 + (V_t/V_m \cdot f/f_2)^2}}, \tag{16}$$

wobei die Übergangsfrequenz, bei der die Tiefenanhebung beginnt, gegeben ist durch

$$f_2 = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{2\pi \cdot C_1 \cdot R_3 (R_1 + R_2)}. \tag{17}$$

Die tiefere Übergangsfrequenz f_1, bei der die Tiefenanhebung aufhört, kann bestimmt werden aus

$$f_1 = \frac{V_m}{V_t} \cdot f_2. \tag{18}$$

Trägt man die durch die Formel (16) bestimmte Tiefenanhebungskurve für verschiedene Werte von V_t/V_m auf, so kann durch Vergleich mit der gewünschten Entzerrerkurve der günstigste Wert von V_t/V_m ermittelt werden. Dabei lassen sich auch die Abweichungen von der gewünschten Kurve genau und einfach bestimmen.

Der Grenzwert der erzielbaren Verstärkung V_t ist gleich der Verstärkung ohne Gegenkopplung V_o. Dieser Fall tritt bei $R_3 = \infty$ ein, jedoch bringt das Fehlen eines Gleichstromweges im Gegenkopplungskreis die Gefahr von Unstabilität bei sehr tiefen Frequenzen. Deshalb sollte der Minimalwert der Gegenkopplung 6 dB betragen, indem man das Verhältnis V_o/V_t mindestens gleich 2 macht.

Der Widerstand R_1 ist als Katodenwiderstand durch die Arbeitspunkteinstellung der ersten Röhre bestimmt, der Kondensator C_1 läßt sich aus der Formel (17) berechnen und die Größen der Widerstände R_2 und R_3 ergeben sich aus den folgenden beiden Gleichungen:

$$R_2 = \frac{V_o \cdot V_m}{V_o - V_m} \cdot R_1 - R_1 \tag{19}$$

$$R_3 = \frac{V_o \cdot V_t}{V_o - V_t} \cdot R_1 - (R_1 + R_2) \tag{20}$$

Höhenabsenkung

Wie der Maximalwert und der Verlauf der Tiefenanhebung durch das Verhältnis V_t/V_m bestimmt wird, so hängt die erzielbare Höhenabsenkung von dem Verhältnis V_m/V_h ab.

Die Gleichung der Höhenabsenkungskurve wird zweckmäßig in der Form

$$\left|\frac{V(f)}{V_m}\right| = \sqrt{\frac{1 + (V_h/V_m \cdot f/f_3)^2}{1 + (f/f_3)^2}} \tag{21}$$

geschrieben. Die Übergangsfrequenz, oberhalb derer die Höhenabsenkung beginnt, ist gegeben durch

$$f_3 = \frac{1}{2\pi \cdot R_2 \cdot C_2}. \tag{22}$$

Die Höhenabsenkung ist wirksam bis

$$f_4 = \frac{V_m}{V_h} \cdot f_3, \tag{23}$$

wobei f_4 die Übergangsfrequenz ist, oberhalb derer die Höhenabsenkung aufhört.

Der für die Entzerrung einer bestimmten Schneidkennlinie erforderliche Wert von V_m/V_h kann, wie schon bei der Tiefenanhebung beschrieben, in einfachster Weise grafisch ermittelt werden.

Der Mindestwert für die Verstärkung ohne Gegenkopplung ergibt sich zu

$$V_o \geqq \frac{V_o}{V_t} \cdot \frac{V_t}{V_m} \cdot \frac{V_m}{V_h}. \tag{24}$$

Dabei ist zu beachten, daß die Verstärkung der ersten Stufe wegen des nicht überbrückten Katodenwiderstandes auf

$$V_1' = \frac{V_1}{1 + \left(\frac{R_k}{R_a}\right) \cdot V_1} \tag{25}$$

vermindert wird. Die den Ausgangspegel bestimmende Verstärkung V_m hängt von dem für V_o erreichbaren Wert ab.

Um ein verzerrungsfreies Arbeiten des Verstärkers sicherzustellen, sollte die Belastung der zweiten Stufe mit dem relativ niederohmigen Gegenkopplungs-Spannungsteiler durch eine nachgeschaltete Anodenbasis-Stufe vermieden werden. Die niedrige Ausgangsimpedanz einer solchen Stufe ist auch im Hinblick auf die Zusammenschaltung mit anderen Geräten günstig.

Ein Vergleich zwischen dem Entzerrer mit RC-Spannungsteiler und dem Entzerrer mit Gegenkopplung ergibt folgendes Bild: Da die Grundgleichungen für beide Entzerrertypen gleich sind, ist die für eine bestimmte Tiefenanhebung und Verstärkung im mittleren Übertragungsbereich benötigte Verstärkung V_o für beide Typen gleich. Während die überschüssige Verstärkung im einen Fall im RC-Spannungsteiler verloren geht, wird sie im anderen Fall nutzbringend für die Gegenkopplung verwendet, wodurch gleichzeitig die Verzerrungen herabgesetzt werden. Die Anwendung der Gegenkopplung vermindert die Verzerrungen um den Faktor

$$\frac{1}{1 + \alpha \cdot V},$$

wobei α das Widerstandsverhältnis des Gegenkopplungs-Spannungsteilers ist. Eine wegen des nicht überbrückten Katodenwiderstandes der ersten Stufe des gegengekoppelten Verstärkers evtl. notwendige Gleichstromheizung ist wohl kein zu hoher Preis für die wesentlich geringeren Verzerrungen.

(Schluß folgt)

Funktechnische Arbeitsblätter

DK 621.316.95

As 01

2. Ausgabe

1 Blatt

Dimensionierung von Abschirmungen

Verwendete Abkürzungen

A = Abstand (cm)
a = Stärke des Abschirmmaterials (cm)
$c = \sqrt[3]{\frac{D^2 \cdot \Lambda}{8}}$
D = Durchmesser der Abschirmung (cm)
d = mittlerer Durchmesser der Spulenwicklung (cm)
e = 2,718 Basis der natürlichen Logarithmen
f = Frequenz (Hz)
F = Faktor aus Bild 6
K^2 = Faktor aus Bild 4
Λ = Länge der Abschirmung (cm)
L_m = Induktivität mit Abschirmung
L_0 = Induktivität ohne Abschirmung
l = Wicklungslänge der Spule (cm)
n = Windungszahl der Spule
R = Radius der Abschirmung (cm) (Zylinder oder Kugel)
r = Radius der Spulenwicklung (cm)
r_0 = Radius der Kugel, die den gleichen Rauminhalt hat wie die äußere Oberfläche der Abschirmung (cm)
R_z = ohmscher Zusatzwiderstand (Ω)
S, S_1 = Spulen
t = Hf-Eindringtiefe (Skineffekt) (cm)
$t_{(cm)} = 5{,}033 \sqrt{\frac{\varrho}{\mu f} \frac{(\Omega/cm^2)}{(Hz)}}$ für Cu $\longrightarrow \frac{6{,}62}{\sqrt{f}}$
W = Wirksamkeit der Abschirmung
γ = relative Leitfähigkeit (Cu = 100)
ϱ = spezifischer Widerstand in Ω pro cm^3
μ = Permeabilität
μ_0 = Anfangspermeabilität

A. Abschirmmittel für elektrostatische Felder

Alle besprochenen Abschirmmittel dienen gleich gut zur Abschirmung elektrostatischer Felder. Besondere Anforderungen hinsichtlich Materialstärke und Leitfähigkeit der Abschirmmittel sind nicht zu stellen.

B. Abschirmmittel für elektrostatische Felder ohne magnetische Abschirmwirkung (Bild 1)

Es darf kein geschlossener Leitungsweg in der Abschirmung vorliegen, da sonst infolge der auftretenden Wirbelströme eine magnetische Abschirmung stattfindet.

Anwendungsbeispiele: a) Schutzwicklungen auf Nf-Transformatoren zur Verhinderung kapazitiver Verkopplung zweier Wicklungen, Bild 1a und 1c.

b) Abschirmung zwischen Anodenspule und Antennenspule eines Senders zur Verhinderung kapazitiver Kopplung und damit Unterdrückung der Ausstrahlung von Oberwellen, Bild 1b.

Eine plane Abschirmwand (Anwendungsbeispiel b) soll aus einzelnen, voneinander isolierten und in einer Ebene liegenden Leitern bestehen, die nur an einem Rand untereinander verbunden sind, um Verluste durch Wirbelströme zu verhindern und magnetische Abschirmung zu vermeiden.

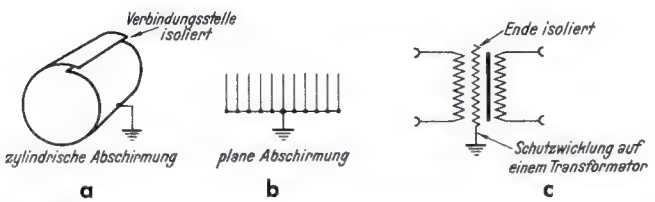


Bild 1. Abschirmungen für elektrostatische Felder ohne Beeinträchtigung der magnetischen Kopplung

C. Abschirmmittel für magnetische Felder bei Hochfrequenz

Wirkungsweise: Das abzuschirmende Schaltmittel (Spule) wird mit einem geschlossenen Behälter aus gut leitendem Material umgeben. Die magnetischen Kraftlinien induzieren in dem Abschirmbehälter Wirbelströme, die ihrerseits ein dem ursprünglichen Feld entgegengesetztes Magnetfeld erzeugen und das ursprüngliche Feld somit schwächen.

Allgemeiner Dimensionierungshinweis für die Abschirmwirkung

Die Abschirmung ist um so wirksamer, je besser das Material leitet, je geringer der Übergangswiderstand von eventuellen Verbindungsstellen ist und je dicker das Material (im Vergleich zur Eindringtiefe) ist. Die Wirksamkeit der magnetischen Abschirmung nimmt daher mit der Frequenz ab.

Formeln für die Abschirmwirkung

1. Zylindrische Abschirmungen

Bedingung für die Gültigkeit der Formel (1): $\frac{a}{t} > 2$ sowie Abschirmung dünn im Vergleich zu deren Durchmesser oder Länge.

$$W = 0{,}24 \frac{c}{t} \cdot e^{\frac{a}{t}} \qquad (1)$$

W = Wirksamkeit der Abschirmung ist das Verhältnis der Feldstärke an einer bestimmten Stelle ohne Abschirmung zu derjenigen Feldstärke, die an derselben Stelle bei Vorhandensein der Abschirmung herrscht.

2. Ebene Abschirmungen

Wichtigster Fall: Zwei koaxiale Spulen ähnlicher Konstruktion und Größe sind durch eine ebene Wand abzuschirmen. Die folgende Formel (2) gilt genau für eine Abschirmung unendlich großer Ausdehnung; in der Praxis genügt es, wenn die Länge und Breite erheblich größer sind als d oder $A + A_1$ (Bild 2).

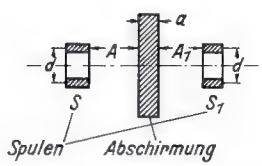


Bild 2. Gegenseitige Abschirmung zweier koaxialer Spulen (siehe Formel 2)

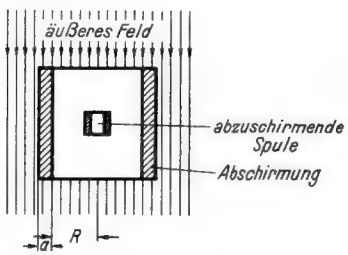


Bild 3. Abschirmung von Spulen gegen äußere Felder (Formel 3)

$$W = 0{,}0127 \; d \; a \; \gamma \; f \qquad (2)$$

W = Wirksamkeit der Abschirmung ist das Verhältnis von in S_1 induzierter Spannung ohne Abschirmung zu der hierin induzierten Spannung bei Vorhandensein der Abschirmung.

3. Erzeugung feldfreier Räume innerhalb eines geichförmigen magnetischen Feldes

Die folgende Formel gilt für zylinderförmige und kugelförmige Abschirmung. Für den ersten Fall ist angenommen, daß das äußere Feld parallel zur Zylinderachse verläuft und der Zylinder unendlich lang ist. Für die Praxis reicht es, wenn die Länge des Zylinders einigemal so lang ist wie sein Durchmesser; für diesen Fall gilt die berechnete Feldstärke für den Zylindermittelpunkt, und zwar auch dann, wenn die Enden offen sind (Bild 3).

Die Formel für die Kugel läßt eine angenäherte Berechnung für andersförmige Räume (Würfel usw.) zu, indem man diese auf eine Kugel gleichen Volumens umrechnet.

$$W = 0{,}353 \frac{R}{t} e^{\frac{a}{t}}$$

$$W = 0{,}236 \frac{R}{t} e^{\frac{a}{t}} \qquad (3)$$

Die Wirksamkeit W der Abschirmung ist das Verhältnis der Feldstärke ohne Abschirmung zur Feldstärke in der Abschirmung an der gleichen Stelle.

Formeln für die Rückwirkungen der Abschirmung

Neben der eigentlichen Abschirmwirkung tritt eine Rückwirkung auf das abgeschirmte Schaltelement auf. Bei der Spule verkleinert sich die Induktivität, und die Dämpfung wird größer.

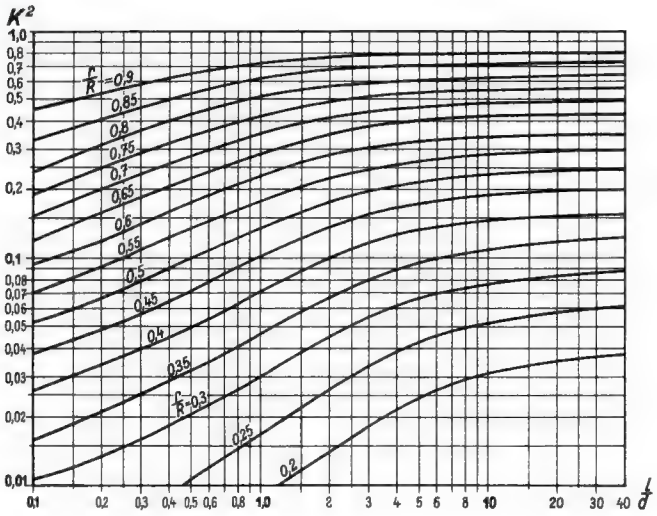


Bild 4. Diagramm für K^2 in Formel (4)

1. Verminderung der Induktivität

Die zylindrische Abschirmung wird als verlustarme Spule mit einer Windung betrachtet, dann gilt

$$L_m = L_0 (1 - K^2) \qquad (4)$$

Der Faktor K^2 kann aus Bild 4 entnommen werden. Er ist abhängig vom Verhältnis Spulenlänge zu Spulendurchmesser und Spulenradius zu Abschirmradius.

Genau gültig ist die Formel (4) nur dann, wenn die Abschirmung sehr lang gegen die Spulenlänge ist.

Grenzwert: Länge der Abschirmung > Durchmesser der Abschirmung, ferner soll sie an beiden Enden um mindestens den Spulenradius länger sein als die Spule selbst, siehe Bild 5.

Ist dieser Grenzwert erreicht, so wird die Induktivität etwas kleiner, als aus Formel (4) hervorgeht.

Nach Unterschreitung dieses Grenzwertes gilt folgende Formel:

$$\frac{L_m}{L_0} = \left[1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2 \frac{l}{\Lambda} \cdot \frac{1}{F}\right] \qquad (5)$$

Der Faktor F kann aus Bild 8 entnommen werden. Er ist abhängig vom Verhältnis Spulendurchmesser zu Spulenlänge.

Die Induktivitätsverminderung ist in der Praxis vernachlässigbar, wenn der Durchmesser der Abschirmung größer als der doppelte Spulendurchmesser wird, sofern $\frac{l}{d}$ gleich oder kleiner als 2 ist.

Als Richtwert kann man sich merken, daß für den Fall Abschirmdurchmesser = 2 · Spulendurchmesser bei $\frac{l}{d} = 2$ die Induktivitätsabnahme etwa 15% beträgt.

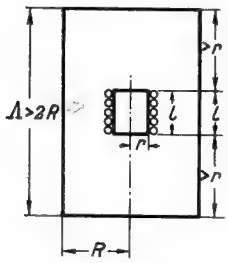


Bild 5. Grenzwerte der Abmessungen von Abschirmung und Spule für Formel (4)

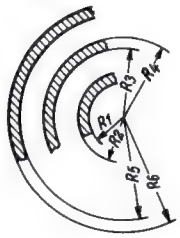


Bild 6. Zur Formel (8) für mehrfache Abschirmung

2. Erhöhung der Dämpfung

Die Dämpfungserhöhung kann ausgedrückt werden durch einen zusätzlichen, mit der Spule in Reihe liegenden ohmschen Widerstand R_z, siehe Bild 7. Die Größe dieses Widerstandes ist ungefähr:

$$R_z = \frac{9{,}37 \cdot 10^{-4} \cdot n^2 \cdot r^4 \sqrt{f \varrho}}{c^4} \; (\Omega) \qquad (6)$$

Voraussetzung: Dicke der Abschirmung erheblich größer als die Eindringtiefe; ist dies nicht der Fall, so gilt:

$$R_z = \frac{47 \cdot n^2 \cdot \varrho}{a} \left(\frac{r}{c}\right)^4 (\Omega) \qquad (6a)$$

D. Abschirmmittel für magnetische Felder bei Niederfrequenz

Als Abschirmmaterialien dienen ferromagnetische Stoffe, vorzugsweise solche mit hoher Anfangspermeabilität. Die Wirkungsweise beruht darauf, daß infolge der guten magnetischen Leitfähigkeit der Abschirmung die Feldlinien entlang der Abschirmung geführt werden.

1. Formel für einlagige Abschirmung

$$W = 0{,}22\, \mu_0 \left[1 - \left(1 - \frac{a}{r_0}\right)^3\right] \qquad (7)$$

W = Wirkungsgrad der Abschirmung = Verhältnis der Feldstärke ohne Abschirmung zur Feldstärke mit Abschirmung.

2. Formel für die Wirksamkeit mehrlagiger Abschirmungen

Die Formel ergibt, daß mit einlagiger Abschirmung ein maximaler Abschirmfaktor von 0,22 μ_0 erreicht werden kann.

Ungefähr die Hälfte dieses Wertes wird erreicht, wenn die Materialstärke $\frac{r_0}{5}$ gemacht wird.

Bild 7. Zusätzlicher Dämpfungswiderstand R_z, hervorgerufen durch die Abschirmung

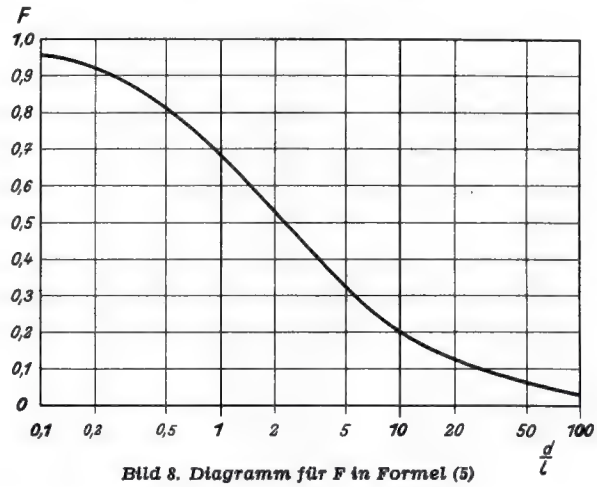


Bild 8. Diagramm für F in Formel (5)

Für größere Abschirmfaktoren sind mehrere konzentrische Abschirmungen vorzusehen, die durch dazwischenliegende Lufträume getrennt werden. Die beste Abschirmwirkung ergibt sich bei gleichzeitig geringstem Materialaufwand dann, wenn bei den ineinander angeordneten Abschirmzylindern die Radien nach einer geometrischen Reihe anwachsen, also $R_2 : R_1 = R_3 : R_2 = R_4 : R_3$ usw. (Bild 6).

Die Abschirmwirkung ist dann angenähert

$$W = \frac{\mu^n}{4} \left(1 - \frac{1}{\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2}\right) \qquad (8)$$

n = Zahl der Abschirmzylinder

Die Schirmwirkung ist also in der Hauptsache durch die Permeabilität der verwendeten Eisensorte bedingt und wächst bei n Abschirmzylindern mit μ^n.

Die Wirkung mehrlagiger Abschirmungen kann noch erheblich verbessert werden, wenn in die Lufträume Abschirmungen aus Kupfer eingebracht werden. Physikalischer Grund: Auftreten von Wirbelströmen im Kupfer, siehe Abschnitt B. Bei magnetischen Gleichfeldern bringen solche Zwischenlagen keine Verbesserung.

Rückwirkungen

Wird eine Luftspule mit einer ferromagnetischen Abschirmung umgeben, so erhöhen sich die Induktivität und die Dämpfung. Hierfür Zahlenwerte anzugeben ist sehr schwer, da die μ_0-Werte der verwendeten Materialien sehr verschieden sind.

Nachdruck verboten!

Funktechnische Arbeitsblätter

DK 621.355

Ba 31

2. Ausgabe

1 Blatt

Bleiakkumulatoren

A. Elektro-chemische Grundlagen

Akkumulatoren dienen zur Aufspeicherung elektrischer Energie. Hierbei wird nicht — wie im Kondensator — eine bestimmte Elektrizitätsmenge gespeichert, sondern die Energie wird in chemischer Form aufgespeichert und bei der Abgabe wieder in elektrische Energie zurückverwandelt.
Da die Wanderungsrichtung aller Ionen von der Stromrichtung abhängt, sind alle elektrochemischen Vorgänge umkehrbar, d. h. eine chemische Zersetzung, die bei der einen Stromrichtung hervorgerufen wird, kann durch einen in entgegengesetzter Richtung fließenden Strom wieder rückgängig gemacht werden.
Werden zwei gleiche Leiter 1. Klasse (Metalle oder Kohle) in einen Leiter 2. Klasse (leitende Flüssigkeit) getaucht, so ist nach außen hin keine EMK wirksam. Wird durch solch eine Zelle Strom hindurchgeschickt, so wirkt sie als Verbraucher, und zwar wird ein Teil (N_v) der Leistung zur Überwindung des inneren Widerstandes R_i der Zelle verbraucht und in Wärme umgewandelt. Ein anderer Teil (N_p) bewirkt jedoch chemische Veränderungen in der Zelle, meist Anlagerung von Gasen oder anderen Zersetzungsprodukten des Elektrolyten an den Elektroden, die sich unter Umständen mit dem Elektrodenmaterial chemisch verbinden. Diesen Vorgang bezeichnet man mit Polarisation. Zu der Polarisationsleistung N_p gehört eine Polarisationsspannung U_p, deren Höhe von der Art des Elektrolyts abhängig ist. Die Spannung die zur Zersetzung angewendet wird, muß immer größer als U_p sein, da U_p als Gegenspannung wirksam ist.
Die durch N_p hervorgerufenen chemischen Veränderungen bewirken, daß die elektrolytische Zelle nunmehr wie ein Element wirkt, d. h. zwischen ihren Elektroden ist eine Spannung und zwar die Polarisationsspannung, nachweisbar. Bei Schließung des Stromkreises tritt ein Strom entgegengesetzt dem primären Zersetzungsstrom auf, der eine Rückbildung der Polarisation zur Folge hat. Im Gegensatz zur Leistung N_v, die in Wärme umgesetzt wird und verlorengeht, kann auf diese Weise die Polarisationsenergie N_P teilweise zurückgewonnen werden.
Die technische Vervollkommnung dieser Erscheinung führt zur Konstruktion des Akkumulators oder Sammlers.

Dabei sind folgende Erfordernisse zu beachten:

1. Elektrodenmaterial und Elektrolyt sind so zu wählen, daß durch den primären Stromdurchgang das Elektrodenmaterial chemisch verändert wird, und zwar so, daß eine möglichst hohe EMK entsteht.
2. Die entstandenen Zersetzungsprodukte müssen elektrisch gut leiten, damit der innere Widerstand der Zelle niedrig bleibt.

Beide Forderungen sind beim Bleiakkumulator besonders gut erfüllt. Wegen seiner hohen EMK und des guten Wirkungsgrades ist dieser daher sehr verbreitet.

B. Wirkungsweise des Bleiakkumulators

Als Elektrolyt dient verdünnte Schwefelsäure (H_2SO_4) vom spez. Gew. 1,18. Die Elektroden bestehen aus Bleiverbindungen:

im	+ Elektrode	— Elektrode
entladenen Zustand	Bleisulfat ($PbSO_4$)	Bleisulfat ($PbSO_4$)
geladenen Zustand	Bleisuperoxyd (PbO_2)	Blei (Pb)

Aus untenstehender Tafel ist ersichtlich, daß bei der Entladung Säure verbraucht ($-2\,H_2SO_4$) und Wasser gebildet ($2\,H_2O$) wird, das spezifische Gewicht wird also kleiner. Bei der Ladung wird umgekehrt Säure rückgebildet ($+2\,H_2SO_4$) unter entsprechendem Wasserverlust ($-2\,H_2O$), was ein Ansteigen der Säuredichte zur Folge hat. Diese Veränderungen in der Säuredichte können zur Anzeige des Ladezustandes der Akkumulatorzelle herangezogen werden.

C. Praktischer Aufbau des Bleiakkumulators

In einem zweckentsprechenden Gefäß sind die Elektroden — meist in Plattenform — angeordnet:

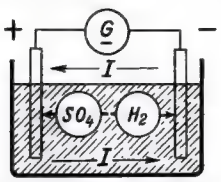
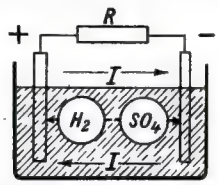
— Platten: bestehen aus Hartblei mit gitterförmigen (Gitterplatten) oder kastenförmigen Aussparungen (Kastenplatten). Die Kastenplatten sind mit perforierten Deckeln versehen. In die Aussparungen wird als aktive Masse Bleiglätte (PbO) eingestrichen. Da die aktive Masse die Neigung zum Schrumpfen hat und dann aus der Platte herausfallen würde, wird ihr ein Treibmittel zugesetzt.

+ Platten: Ausführung richtet sich nach der Art der Entladung: Bei größeren Entladestromdichten Großoberflächenplatten: Diese bestehen aus dünnen Bleirippen mit Stegen. Die Stege vergrößern die Oberfläche der Platte auf etwa das Achtfache. Seltener sind diese Großoberflächenplatten außerdem noch mit einer Füllmasse (Mennige, Pb_2O_3) versehen. Auch Gitterplatten mit Füllmasse kommen zur Anwendung. Die Füllmasse der positiven Platten neigt zum Treiben.

Im Gefäß steht jeweils eine positive Platte zwischen zwei negativen. Die Platten werden auf gleichem Abstand gehalten (Rippen im Glas, Hartgummistäbe, imprägnierte Holzbrettchen). Je alle positiven und negativen Platten einer Zelle sind untereinander mit Bleistreifen verbunden (parallelgeschaltet).

Elektrolyt: Verdünnte, reine Schwefelsäure ohne Verunreinigung durch Salpetersäure, Chlor, Arsen oder andere Fremdmetalle. Zur Verdünnung dient nur destilliertes Wasser. Der Elektrolyt muß 10...15 mm über dem Plattenrand stehen.

Chemische Vorgänge bei Ladung und Entladung des Bleiakkumulators

	Zustand			
	Ladung		Entladung	
Richtung des Elektronenstromes und Wanderungsrichtung der Ionen				
	Chemischer Vorgang an der + Platte (Anode)	Chemischer Vorgang an der — Platte (Katode)	Chemischer Vorgang an der + Platte (Anode)	Chemischer Vorgang an der — Platte (Katode)
Anfangszustand der Platten	$PbSO_4$	$PbSO_4$	PbO_2	Pb
dazu: Ion	$+ SO_4$	$+ H_2$	$+ H_2$	$+ SO_4$
ferner verbraucht:	$+ 2\,H_2O$		$+ H_2SO_4$	
	↓	↓	↓	↓
Endzustand der Platten	PbO_2	Pb	$PbSO_4$	$PbSO_4$
ferner gebildet:	$+ 2\,H_2SO_4$	$+ 2\,H_2SO_4$	$+ 2\,H_2O$	
Im Elektrolyten wird verbraucht:	$- 1\,H_2SO_4$	$- 2\,H_2O$	$- 2\,H_2SO_4$	
gebildet:	$+ 3\,H_2SO_4$			$- 2\,H_2O$
also Änderung:	$+ 2\,H_2SO_4$	$- 2\,H_2O$	$+ 2\,H_2SO_4$	$+ 2\,H_2O$
Plattenfarbe im Endzustand	schokoladenbraun	mausgrau	hellrostbraun	hellgrau
Spezifisches Gewicht des Elektrolyten (g/cm³)	1,20...1,28 je nach Art der +-Platte und Temperatur des Elektrolyten		1,18	

D. Elektrische Eigenschaften und Angaben für die Praxis

1. Die Spannung

Spannung einer Zelle

Mittlere EMK	2,0 V
Am Ende der Ladung	2,75 V
Am Ende der Entladung im Mittel	1,8 V
Am Ende schneller Entladung	1,75 V
Am Ende langsamer Entladung	1,83 V

Die Spannung ist von der Belastung abhängig wegen des Spannungsabfalls am inneren Widerstand R_i:

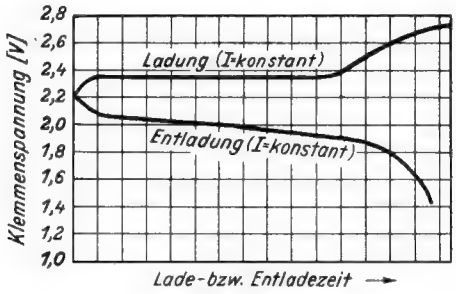
$$U_E = E - I\,R_i$$

Die Ladespannung muß um die Polarisations-EMK größer sein, als $I\,R_i$:

$$U_L = I\,R_i + E$$

Index E = Entladung
Index L = Ladung.

Der Akkumulator gilt als entladen, wenn seine Klemmenspannung unter Belastung den Wert 1,8 V erreicht hat.



Spannungsverlauf bei Ladung und Entladung

Das Bild zeigt den Spannungsverlauf bei Ladung und Entladung eines Akkumulators. Die Kurven sollen einen qualitativen Überblick geben. Der genaue Kurvenverlauf ist für jede Zelle individuell verschieden. Erklärung für den starken Anstieg der Klemmenspannung gegen Ende der Ladung: Wenn die chemische Umwandlung (Ladung) beendet ist, wird die aufgewendete Energie allein zur Wasserstofferzeugung verwendet (Kochen des Akkumulators). Der freiwerdende Wasserstoff ruft dabei eine zusätzliche Polarisationsspannung hervor, die nun von der Ladespannung mit überwunden werden muß.

Abhängigkeit der EMK von der

Säuredichte	Temperatur	
Bei einem spez. Gew. (ϱ) von 1,10 . . . . 1,30 g/cm³	$\frac{-\Delta U}{+\Delta T}$ ~5 mV/°C	gültig für normalen Temperaturbereich
$EMK_{(V)} \sim 0{,}84 + \varrho\ (g\ cm^{-3})$	d. h. für 1° C Temperaturerhöhung gehen etwa 0,005 V pro Zelle verloren.	
Beispiel: Säuredichte 1,22 + 0,84 = 2,06 Volt (Ruhespannung)	Im Betrieb sollte die Temperatur nicht höher als 45° C sein.	
	Beispiel: Wenn bei 20° C die Spannung mit 2,0 V gemessen wurde, ist die Spannung bei einer Betriebstemperatur von 40° C nur noch 1,9 V.	
	Achtung: Unter 0° C sinkt die Spannung sehr stark ab!	

2. Innenwiderstand R_i:

Faustformel für den Innenwiderstand pro Zelle:

$$R_{i\,[\Omega]} = \frac{0{,}15}{\text{Kapazität [Ah]}}$$

3. Die Ladung. Bei Erreichung der Entladegrenze (nicht unterschreiten!) Neuladung notwendig.

Bei Nichtbenutzung alle 4...6 Wochen Entladung und anschließende Ladung notwendig, sonst „Hartwerden" der Platten, d. h. Sulfation, Bildung schwer löslicher $PbSO_4$-Kristalle.

Ladestromstärke höchstens so groß, wie von der Fabrik angegeben.

Richtwerte:					
	Kapazität	14	28	42	Ah/10
	Max. Ladestrom	1,4	2,8	4,2	A

Im letzten Drittel der Ladezeit Reduzierung der Ladestromstärke auf die Hälfte zweckmäßig. (Sonst Leistungsverlust durch Elektrolytzersetzung, starke Wasserstoffbildung, unnötige Erwärmung.) Ferner ist die Einschaltung von Ruhepausen zweckmäßig.

Ladung beendet, wenn: Spannung stark ansteigt (siehe Bild), starke Wasserstoffbildung, Säuredichte groß, d. h. ca. 1,24.

Polung: +-Klemme des Akkumulators mit +-Pol der Ladeeinrichtung verbinden.

4. Entladung. Entladestromstärke nicht höher als von der Fabrik angegeben, sonst Werfen der Platten, Herausfallen der aktiven Masse! Nicht weiter als bis zur Entladegrenze 1,8 V entladen!

5. Selbstentladung. Auch im unbenutzten Zustand findet eine Selbstentladung statt! Sie ist besonders groß bei erhöhter Temperatur und bei Anwesenheit von Fremdmetallen.

Erkennungszeichen:

Nach Unterbrechung des Ladestromes „Nachkochen" der Säure, das Nachkochen hält oft stundenlang in gleicher Stärke an.

Abhilfe:

Wo hohe Temperatur nicht zu vermeiden, Füllsäure mit geringerer Dichte (1,20) verwenden!

Nur **reine** Säure verwenden. Zum Verdünnen nur destilliertes Wasser nehmen!

6. Kapazität oder Fassungsvermögen. Kapazität = diejenige Elektrizitätsmenge, die vom geladenen Akkumulator während der Entladezeit (bis zur Entladegrenze 1,8 V) geliefert werden kann.

Dimension der Kapazität = Amperestunden Ah (Stromstärke × Zeit). Die an sich näher liegende Dimension „Wattstunden Wh" für die Kapazität ist nicht üblich, da ja während der Entladung die Spannung nicht konstant ist.

Obwohl eine Temperaturerhöhung auf die Kapazität einen günstigen Einfluß ausübt, sollte man die Aufstellung von Akkumulatoren in unmittelbarer Nähe von Ofen, Heizungskörpern usw. vermeiden, denn die Selbstentladung wird in hohem Maße vergrößert. In Tropenländern wählt man aus diesem Grunde eine Füllsäure geringeren spezifischen Gewichtes (ca. 1,20), die eine Kleinhaltung der Selbstentladung bewirkt.

Richtwerte für den Zusammenhang zwischen Leistung und Gewicht

Ortsfeste Batterien:	5... 8 Wattstunden je kg Batteriegewicht
Boots-, Lok- und Triebwagenbatterien:	11...17 Wattstunden je kg Batteriegewicht
Automobilbatterien:	22...36 Wattstunden je kg Batteriegewicht

Abhängigkeit der Kapazität von

Entladestromstärke	Temperatur
Je geringer die Entladestromstärke, desto größer ist die Kapazität. Ursache: Bei stärkerem Strom fällt der Säuregehalt in den Poren der wirksamen Masse schneller ab, und die Spannung erreicht in kürzerer Zeit die Entladegrenze von 1,8 Volt. Daher wird die von der Fabrik garantierte Kapazität für eine bestimmte Entladezeit, meist für 3, 10 oder 100 Stunden angegeben. (z. B. 15 Ah/10; 25 Ah/100).	Die Temperatur beeinflußt nicht nur die Spannung, sondern auch die Kapazität. **Die Kapazitätsangaben beziehen sich daher auf eine Temperatur von 15...20° C.**

bei einer Entladezeit von	3 Std.	5 Std.	7½ Std.	10 Std.
die Kapazität in Ah	100 %	111,1 %	122,7 %	134,3 %

Achtung! Unter 0° C nimmt die Kapazität sehr stark ab.

Bei höheren Temperaturen nimmt die Kapazität zu.

Ursache:

1. Leitfähigkeit des Elektrolyten wird größer, d. h. R_i kleiner. Daher Spannungsabfall $I\,R_i$ kleiner, und die Entladegrenze (1,8 V) wird erst erreicht, wenn die EMK schon kleiner ist, als bei tieferen Temperaturen.

2. (Überwiegende Ursache). Erleichterung der Diffusion bei erhöhter Temperatur, da ja bei jeder Flüssigkeit die Beweglichkeit der kleinsten Teilchen mit steigender Temperatur größer wird.

Faustformel: Die Kapazität steigt pro 1° C Temperaturerhöhung um etwa 1%.

7. Die Wirtschaftlichkeit (Wirkungsgrad, Gütegrad)

Wirkungsgrad (%) $= 100 \cdot \frac{\text{bei der Entladung entnommene Arbeit (Wh)}}{\text{bei der Ladung aufgewendete Arbeit (Wh)}}$

beträgt 70...80 %, je nach Entladungsart. Bei kurzer Entladungszeit geringerer Wirkungsgrad.

Gütegrad (%) oder Amperestundenwirkungsgrad $= 100 \cdot \frac{\text{entnommene Elektrizitätsmenge (Ah)}}{\text{aufgewendete Elektrizitätsmenge (Ah)}}$

beträgt 90 % und mehr.

Der Wirkungsgrad ist kleiner als der Gütegrad, da die zur Ladung erforderliche mittlere Spannung höher ist als die mittlere Spannung bei der Entladung.

Zu beachten bei der Messung von Wirkungsgrad und Gütegrad: Gleichmäßige Temperatur bei Ladung und Entladung (± 2° C). Bei Ermittlung des Wirkungsgrades ist für Lade- und Entladespannung ein mittlerer Wert einzusetzen, der sich durch Planimetrieren der Kurven (Bild), d. h. des Spannungsverlaufs bei Ladung u. Entladung, ergibt. Nicht arithmetrisches Mittel aus Anfangs- und Endspannung einsetzen!

8. Säurebereitung: Das Füllen des Akkumulators geschieht mit reiner, mit destilliertem Wasser verdünnter Schwefelsäure vom spez. Gewicht 1,24...1,285 g/cm³. Die Dichte wird gelegentlich auch in „Grad Baumé" (Bé) ausgedrückt. Es entspricht:

Bé	0°	13°	24°	33,3°	42°	49°
Spez. Gew.	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5

Reines Wasser: spez. Gew. = 1,0 = 0° Bé

konzentr. H_2SO_4: spez. Gew. = 1,84 = 66° Bé

Akkumulator-Säure spez. Gew. = 1,24...1,285 = 28...32 Bé

Nachdruck verboten!

Der Mond als natürlicher Reflektor für Radiowellen

Wir brachten in den Funkschau-Heften 12 und 13/1958, jeweils unter „Kurz und Ultrakurz", knappe Hinweise auf die „Mondversuche" zwischen New Jersey/USA und Bonn. Nachstehend berichtet Ing. Peter Lengrüßer von der Radioastronomischen Abteilung der Universitätssternwarte Bonn ausführlicher über die von ihm eingeleiteten Versuche einer direkten Funkverbindung auf Meterwellen zwischen den Kontinenten unter Benutzung des Mondes als Reflektor. Der Verfasser beschäftigt sich als Amateur nebenberuflich mit den Problemen der Nachrichtenübermittlung auf Meter- und Dezimeterwellen über große Entfernungen, mit interplanetarischem Funkverkehr, mit Mond- und vielleicht einmal Marsreflektionen von Funksignalen, Funkempfang der Erdsatelliten usw.

Ursprünglich bestand der Plan, eine Meterwellenverbindung zwischen den USA und Deutschland mit dem Mond als Reflektor durch zwei Amateurfunkstellen in Amerika und Europa herzustellen. Ein glücklicher Zufall erlaubte die Realisierung des Vorhabens jedoch schon wesentlich eher, nachdem auf einer Ionosphären-Tagung in Süddeutschland Kontakt mit dem aus Österreich stammenden, heute in den USA lebenden Wissenschaftlers Dr. S. J. Bauer aufgenommen und eine Versuchsreihe unter Ausnutzung der in den USA vorhandenen Geräte abgesprochen worden war.

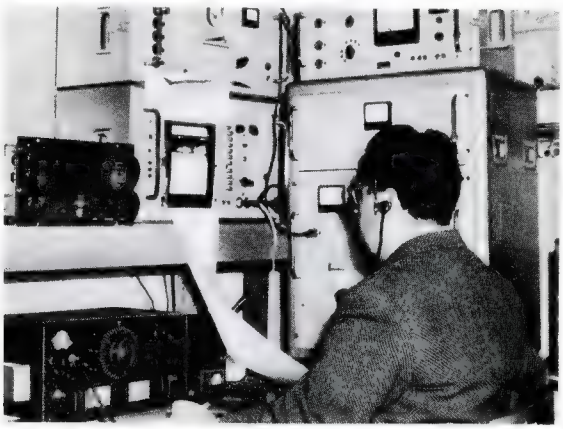


Bild 1. Der Verfasser an seiner Empfangsstation in Bonn

Zur Vorgeschichte der Mondversuche sei nur gesagt, daß nach Vorversuchen während des Krieges im Jahre 1946 die Evans Signal Laboratories in Belmar, N. Y./USA auf 111,6 MHz ($\lambda = 2{,}69$ m) ein Radarecho vom Mond erhielten. Man arbeitete mit Impulssendern und empfing über die gleiche Antenne mit einer Zeitverzögerung von rund 2,5 Sekunden, entsprechend der doppelten Entfernung Erde-Mond. Eine Nachrichtenübermittlung zwischen zwei verschiedenen Orten mit dem Mond als Reflektor über eine Entfernung von etwa 1000 km gelang unter Einschaltung der Geräte von Fort Monmouth (New Jersey) vor einiger Zeit ebenfalls, jedoch noch keine Verbindung zwischen zwei Kontinenten.

Bei den zwischen Bonn und USA abgesprochenen Versuchen benutzte Dr. S. J. Bauer einen Sender mit 50 kW Dauerstrichleistung. Er steht in Belmar und hat eine Parabolantenne von 15 m Durchmesser bei 34 t Gewicht und einen Gewinn von g = 25 dB. Die beiden ersten Versuchsreihen wurden auf 108 MHz und 151,11 MHz mit Dauerstrich unternommen, um Schwankungen der Amplitude und der Frequenz genau untersuchen zu können. Der Antennenspiegel wurde mit der Mondbahn laufend mitgeführt.

Bild 2 läßt die grundsätzlichen Umstände der Übertragungsstrecke Erde-Mond-Erde erkennen. Die Mondreflexion erfolgt diffus; der Reflexionsfaktor wird auf 10 % geschätzt. Die Dämpfung auf dem gesamten 768 800 km langen Weg Erde-Mond-Erde liegt bei 200 dB.

Die Empfangsanlage in Bonn – sie ist vom Verfasser aus privaten Mitteln aufgebaut und hat für den Mondversuch etwa 5000 DM gekostet – bedient sich nicht eines Parabolspiegels mit 10 bis 20 m Durchmesser, und sie steht auch nicht auf von Fremdstörungen freiem Gelände. Ihr Platz ist vielmehr mitten im Stadtzentrum von Bonn.

Als Antenne wird eine etwas abgeänderte *Helical-Antenne* (Schraubenantenne) nach einem Vorschlag von J. K. Kraus, W 8 JK, benutzt, die aus dem neuen Aluminium-Baustoff *Alucell* hergestellt ist und daher nur 30 kg wiegt (*Bild 3*). Mit diesem neuen Material lassen sich Antennenspiegel bauen, die gegenüber den bisherigen Konstruktionen 50...70 % weniger wiegen. Der Gewinn der Helical-Antenne beträgt im Frequenzbereich 100...160 MHz etwa 16 dB, die Halbwertsbreite der Öffnungskeule ist 23°. Noch liegen nicht alle Daten fest, denn die Antenne ist durchaus noch im Versuchsstadium.

An die Antenne ist ein 53-Ω-Kabel angeschlossen, das nach 20 m in einem Konverter mit einer Eingangsempfindlichkeit von 1,2 kT_0 endet. Er setzt die Eingangsfrequenz von 108 MHz (1. Versuch) bzw. 151,11 MHz (2. Versuch) auf eine Zwischenfrequenz von 20 MHz um. Als Zf-Verstärker dient ein modifizierter KW-Empfänger Typ HRO, des-

Bild 3. Breitbandige Helical-Antenne aus Alucell für den Empfang der Mondsignale

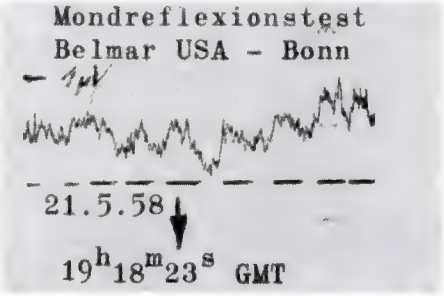


Bild 4. Ausschnitt aus dem Feldstärkeregistrierstreifen vom 21. Mai auf 108 MHz. Die Aufzeichnungen zeigen den Feldstärkeverlauf während 25 Sekunden

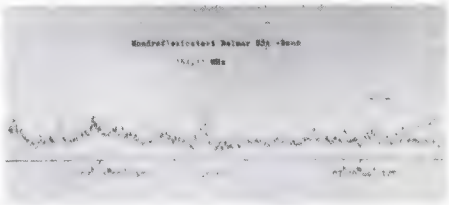
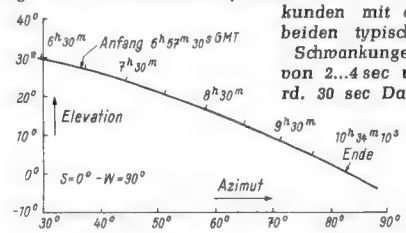


Bild 5. Teile des Registrierstreifens vom Versuch am 8. Juni auf 151,11 MHz. Die Aufzeichnung zeigt den Feldstärkeverlauf während rd. 100 Sekunden mit den beiden typischen Schwankungen von 2...4 sec und rd. 30 sec Dauer



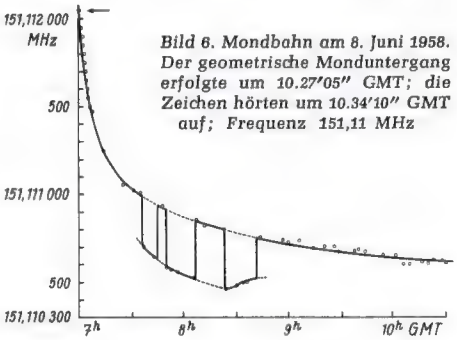


Bild 6. Mondbahn am 8. Juni 1958. Der geometrische Monduntergang erfolgte um 10.27'05" GMT; die Zeichen hörten um 10.34'10" GMT auf; Frequenz 151,11 MHz

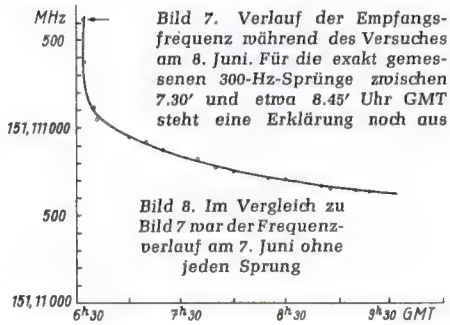


Bild 7. Verlauf der Empfangsfrequenz während des Versuches am 8. Juni. Für die exakt gemessenen 300-Hz-Sprünge zwischen 7.30' und etwa 8.45' Uhr GMT steht eine Erklärung noch aus

Bild 8. Im Vergleich zu Bild 7 war der Frequenzverlauf am 7. Juni ohne jeden Sprung

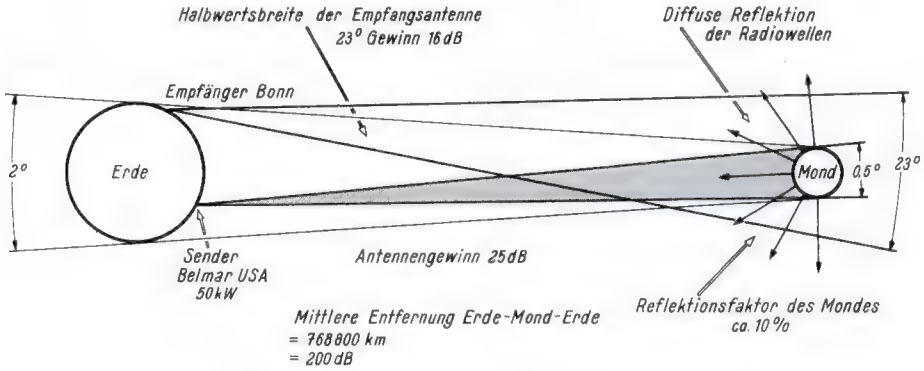


Bild 2. Die grundsätzlichen Verhältnisse bei den Mondversuchen

sen Ausgang auf einen Feldstärkeschreiber ZSG von Rohde & Schwarz führt. Für die Frequenz- und Zeitkontrolle dienten ein Normalfrequenzgenerator XUA und eine Kleinquarzuhr (beide Rohde & Schwarz), so daß die Messungen mit der nötigen extremen Genauigkeit erfolgen konnten. Der Ton konnte bei Bedarf auf einem Magnetophon KL 65 X festgehalten werden.

Die verabredeten Sendungen aus Belmar liefen während jeweils sechs Stunden, und zwar begannen sie, sobald der Mond in den USA etwa im Zenith und in Bonn ca. 35 bis 40° über dem westlichen Horizont stand. Nun war es nicht möglich, auch jedes Mal volle sechs Stunden zu empfangen, weil sich der Mond dem Horizont näherte. Sobald er hinter diesem verschwand, nahmen die Signale in ihrer Feldstärke innerhalb von zehn Minuten bis zur Unhörbarkeit ab. Eine Änderung der Versuchszeiten, etwa mit einem Beginn, wenn der Mond – von den USA aus gesehen – gerade im Osten aufgeht, würde eine Übertragungszeit von etwa acht Stunden ermöglichen.

Test auf 108 MHz

Die Signale aus Belmar wurden auf 108 MHz in Bonn wie folgt aufgenommen:

20. Mai, 17.28′...19.20′ Uhr GMT, wegen Gewitter abgebrochen
21. Mai, 17.24′...21.36,30″ GMT Monduntergang
22. Mai, 18.11′25″...22.18′42″ GMT Monduntergang

Die Feldstärken waren relativ gut, und man mußte berücksichtigen, daß wegen der Kürze der Zeit keine umfassenden Vorbereitungen getroffen werden konnten. Es wurden zwei Arten von Feldstärkeschwankungen festgestellt:

eine kurze, intensive Schwankung von 2...4 sec Dauer,

eine längere, schwächere Schwankung von etwa 30 sec Dauer

Test auf 151,11 MHz

Der zweite Versuch lief auf 151,11 MHz zu folgenden Zeiten:

6. Juni, 5.58′ ... 8.19′12″ GMT
7. Juni, 6.29′20″... 9.22′ GMT
8. Juni, 6.57′30″...10.34′10″ GMT

Die Schwankungen der Feldstärke ähnelten jenen auf 108 MHz; überdies wurde beobachtet, daß die Feldstärke des empfangenen Signals etwa 30 Minuten vor Monduntergang um 20...30 % zunahm, um 10 Minuten vor Monduntergang rasch abzunehmen.

Schlußfolgerungen und Absichten

Die Versuche haben ergeben, daß bei dem jetzigen Stand der Empfangsanlage beim Verfasser eine Nachrichtenübermittlung im Meterwellenbereich zwischen Amerika und Europa in Telegrafie und mit Fernschreiber sofort mit bedeutend geringerem Aufwand, als sie Verbindungen auf Kurzwelle erfordern, möglich sind. Weitere Versuche sollen das beweisen. Ob die Übertragung von breitbandigen Fernsehsignalen möglich ist, muß noch untersucht werden. Sehr wichtig und von großer Bedeutung sind die reflektierten Signale vom Mond für die Navigation im Flugverkehr und auf See; hier ist eine radioastronomische Standortbestimmung schon heute möglich.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß sich durch diesen natürlichen Reflektor für Funksignale eine Vielfalt von Anwendungsmöglichkeiten ergibt, die es zu untersuchen und auszuwerten gilt.

„Stereo-sicher" und „Voll-Stereo"

In der FUNKSCHAU 1958, Heft 13, veröffentlichten wir auf Seite 324 einige Bemerkungen zum Thema „Stereofonie" und erwähnten dabei den Begriff „stereo-sicher". Wir finden ihn in der Beschreibung einiger neuer Musiktruhen – was er jedoch beinhaltet, mag von Fall zu Fall verschieden sein. Schaub-Lorenz legt ihn wie folgt aus:

Drei Musiktruhen des Programms 1958/59 dieser Firma (Balalaika 59, Balalaika Konzert 59 und Ballerina 59) sind mit einem stereo-sicheren Plattenspieler Modell 1007 ausgestattet, dessen Tonarm durch Auswechseln des monauralen (d. h. einkanaligen) Tonkopfes gegen einen Stereo-Tonkopf zum Stereo-Plattenspieler wird. Einer der beiden Kanäle ist dann wie bisher mit dem TA-Eingang der Truhenchassis verbunden, während der zweite Kanal in einer achtpoligen Steckerfassung endet *(Bild 1)*. Der zugehörige Stecker führt zu einem kleinen Stereo-Zusatzverstärker *(Bild 2)*, dem man auf diese Weise auch die Heiz- und Anodenspannung aus dem Hauptgerät zuführt.

Dieser Stecker schaltet ferner die niederohmigen Ausgänge beider Ausgangsübertrager für den Tieftonbereich unterhalb von etwa 250 Hz zusammen, so daß der Tieftonlautsprecher der Truhe für beide Kanäle arbeitet. Bei den Bässen entfällt bekanntlich die Richtwirkung; zwei getrennte Tieftonlautsprecher sind nötig.

Wie aus Bild 2 hervorgeht, trägt der kleine, leicht anzubringende Stereo-Zusatzverstärker zwei Knöpfe: einen Lautstärken- und einen Hochtonregler. Ferner sind Anschlußbuchsen für den Zusatz-Lautsprecher vorgesehen.

Die Truhe Ballerina Stereo hingegen segelt unter der Bezeichnung „Voll-Stereo" und ist somit von Anfang an für Stereo-Wiedergabe eingerichtet; beim Niederdrükken der Taste *Stereo* wird der Nf-Teil mit Gegentaktverstärker (2 × ECL 82) in zwei Verstärkerzüge (zwei Trioden und Pentodensysteme der ECL 82) aufgetrennt. Unterhalb von 250 Hz hingegen arbeitet der Verstärker in Gegentakt-Schaltung weiter, so daß die Bässe mit doppelter Leistung zur Verfügung stehen. Die Auskopplung der beiden Stereo-Kanäle und des gemeinsamen Tieftonkanals erfolgt über drei in Serie liegende Ausgangsübertrager mit sehr kleinem Primär-L bei den beiden Stereo-Transformatoren. Für die Regelung der Lautstärke und der Höhen bzw. Tiefen sind Gleichlaufregler in Tandemausführung vorgesehen. –r

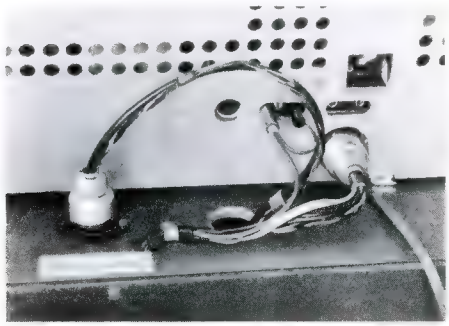


Bild 1. Stereo-Anschluß mit Spezialstecker

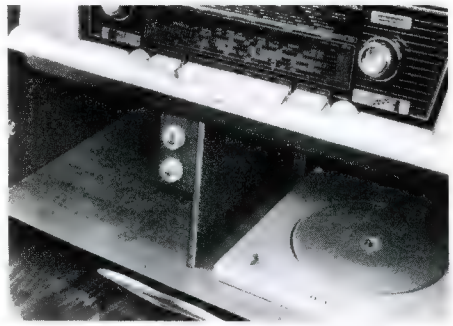


Bild 2. Einbau des Stereo-Zusatzverstärkers bei den „stereo-sicheren" Schaub-Lorenz-Musiktruhen

Die Elektronik im Auto-Silo

Man stelle sich zwei riesige Regale mit 374 Fächern vor, deren offene Seiten sich gegenüberstehen. Jedes Fach ist so groß, daß es einen Personenkraftwagen aufnehmen kann und die ganze Anlage nennt sich *Auto-Silo*, sie steht im Zentrum von Basel. Prosaisch könnte man das Bauwerk als *Parkhaus* oder *Hochgarage* bezeichnen, aber es unterscheidet sich ganz wesentlich von den herkömmlichen Bauweisen derartiger Gebäude. Es gibt weder eine Auffahrtrampe noch die üblichen handbedienten Fahrzeug-Lifts. Zur Überwachung des ganzen riesigen Betriebes, der völlig automatisiert ist und dessen Automatik von Siemens & Halske in Zusammenarbeit mit Siemens, Zürich, entwickelt und gebaut wurde, genügt ein einziger Mann.

Fährt ein Auto in das Gebäude ein, so tasten Lichtschranken seine Größe ab, um festzustellen, ob es auch ganz sicher in eine der Boxen paßt. Jetzt beginnt bereits die in der Zentrale aufgestellte Automatik zu arbeiten, denn bei großen Fahrzeugen sperrt sie selbsttätig alle „Gedächtniszellen" des elektrischen Gehirnes, die sich auf Boxen für kleinere Fahrzeuge beziehen. Gleichzeitig wird mit Hilfe von Fernsprech-Motorwählern der nächstgelegene freie Abstellplatz passender Größe ermittelt und in doppelter Ausfertigung drucken zwei Fernschreibmaschinen einen Parkschein für den Wagenbesitzer. Darauf sind neben dem Datum und dem Polizei-Kennzeichen die Einfahrtzeit und die ausgesuchte Box angegeben.

Nachdem der Kunde sein Fahrzeug in eine Einfahrbox fuhr und diese verlassen hat, senkt sich ein Gitter, ein ferngesteuerter Greifarm zieht den Wagen in einen von drei fahrbaren Lifttürmen, dieser befördert seinen Inhalt völlig automatisch in das vorher elektrisch ausgewählte freie Fach und steht Sekunden später für den Transport weiterer Fahrzeuge zur Verfügung.

Bei der Rückkehr des Autobesitzers wiederholt sich der Vorgang in umgekehrter Reihenfolge; es verstreichen nach dem Bezahlen der Parkgebühr keine 30 Sekunden, bis das Fahrzeug von Menschenhand unberührt in einer Ausfahrtbox abholbereit steht. Die Siemens-Monteure mußten im Auto-Silo Basel rund 600 km Steuerleitungen verlegen und gegen 150 000 Lötungen ausführen, um das elektrische Gehirn richtig anzuschließen.

Durch besondere Rundschreiben haben wir alle Rundfunk- und Fernsehhändler bereits davon unterrichtet, daß die

Ausgabe 1958/59 der TAXLISTE

am 1. August erscheinen würde. An diesem Tage hat die vorjährige blaue Taxliste ihre Geltung verloren; die Taxpreise für in Zahlung zu nehmende bzw. zurückzukaufende Fernseh- und Rundfunkempfänger sind ausschließlich

der neuen weißen TAXLISTE

zu entnehmen. Sie ist für **4.80 DM** zuzügl. 15 Pfg. Porto zu beziehen.

Erstmals enthält die auf einen Umfang von 44 Seiten angewachsene TAXLISTE 1958/59 auch **Reiseempfänger** (Baujahr 1950/51 bis 1956/57), außerdem wie bisher *Rundfunkempfänger* (Baujahr 1948/49 bis 1956/57) und *Fernsehempfänger* (1951/52 bis 1954/55), sämtlich mit den neuen Taxwerten. Nur bei Anwendung der neuen *weißen* Taxliste ist eine gerechte Bewertung von Altgeräten möglich.

FRANZIS-VERLAG · MÜNCHEN 37 · KARLSTR. 35

Neue Bauanleitung

RC-Meßbrücke mit Transistoren

Die nachstehend beschriebene Meßbrücke ist durch Verwendung von Transistoren besonders leicht, handlich und dabei unabhängig vom Lichtnetz. Trotzdem läßt sich damit eine hohe Meßgenauigkeit erreichen.

Ansicht der betriebsfertigen kleinen Transistor-Meßbrücke

Die Schaltung

Die Schaltung des Gerätes geht aus *Bild 1* hervor. Man erkennt einen Tongenerator mit T 1 in Emitterschaltung, der eine Tonfrequenz von etwa 2 kHz erzeugt. Er kann bei einem Innenwiderstand von 10 Ω eine Leistung von 7 mW abgeben (gemessen an der Wicklung w 4 des Schwingtransformators Tr 1). Dieser Tongenerator speist über die Wicklung w 4 die Meßbrücke, die aus R_n, R_x und dem Potentiometer P besteht, und über die Wicklung w 3 eine Gleichrichteranordnung, die die Anodenspannung für die Anzeigeröhre DM 70 durch Spannungsverdopplung liefert.

Eine Einweggleichrichtung ist an dieser Stelle nicht möglich, weil dadurch die Kurvenform der Tonfrequenz sehr unsymmetrisch wird (die auftretenden Verzerrungen können das Brückenminimum durch Einstreuung von Oberwellen in den Verstärker verwischen).

Die Niederfrequenzspannung für die Meßbrücke muß erdfrei sein, deshalb wird die Wicklung w 4 bestens isoliert (zwei Lagen Lackseide) und durch eine Schutzwicklung gegen kapazitive Kopplungen abgeschirmt. Für das Potentiometer P genügt im einfachsten Falle ein Kohleschicht-Potentiometer mit 1 kΩ Widerstand, bei höheren Ansprüchen an die Genauigkeit kann ein Präzisions-Drahtpotentiometer mit einem Widerstand größer als 100 Ω verwendet werden.

Der Nullzweig der Brücke — Mittelabgriff des Potentiometers und Masse — führt an einen Anzeigeverstärker mit zwei Transistoren. Die hohe Stromverstärkung von etwa 10^3 für diese Anordnung ergibt eine hohe Anzeigeempfindlichkeit. Der Verstärker zeigt schaltungsmäßig keine Besonderheiten. Eine Stabilisierung der Arbeitspunkte ist bei den geringen Spannungen nicht erforderlich. Der Kollektorstrom des Transistors T 2 wird über ein Siebglied geführt, um Verkopplungen über den Innenwiderstand der Stromquelle mit dem Tongenerator zu verhindern. Der Anzeigeverstärker braucht nur *eine* Frequenz (≈ 2 kHz) zu verstärken, deshalb kann die Primärinduktivität des Transformators Tr 2 klein sein (1,5 H). In diesem Transformator wird die Wechselspannung um den Faktor 10 erhöht, um dann direkt auf das Gitter des magischen Strichs DM 70 gegeben zu werden. Diese etwas ungewöhnliche Schaltung gibt eine sehr eindrucksvolle Anzeige. Da am Gitter gleichzeitig eine Vorspannung von −1 V liegt, ist der Leuchtstrich bei Nullabgleich nur 5 mm lang; bei überlagerter Wechselspannung (diese erreicht Werte bis zu 10 V) wird der Leuchtstrich länger und breiter und füllt bei verstimmter Brücke das gesamte Anzeigefenster der Röhre DM 70 aus (*Bild 2*).

In allen Stufen wurden Transistoren ähnlich dem Typ OC 34 (Intermetall) verwendet. Es ist zu erwarten, daß entsprechende Typen anderer Hersteller gleich gut arbeiten, weil die Schaltung nicht kritisch ist.

Die Meßgenauigkeit

Die Empfindlichkeit ist durch die Höhe der Meßspannung und die Verstärkung des Anzeigeverstärkers gegeben. Eine Erhöhung der Meßspannung ist nicht ohne weiteres möglich, weil der Tongenerator nur eine begrenzte Leistung abgeben kann. Wer jedoch vorwiegend hochohmige Widerstände zu messen hat, kann Versuche in dieser Richtung unternehmen. Die Verstärkung läßt sich jedoch bis an die Rauschgrenze (ca. 0,5 μV) erhöhen. Im vorliegenden Fall wurde der Verstärker zweistufig ausgelegt, so daß noch Nullströme von 10^{-8} A sicher angezeigt werden. Dadurch ergibt sich eine obere Meßbereichsgrenze von etwa 3 MΩ bei Nullabgleich mit dem magischen Strich. Wenn man einen Kopfhörer anschließt, kann man sicher bis 10 MΩ messen, weil die Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs wesentlich höher liegt. Für Kapazitätsmessungen liegen die unteren Werte bei 100 bzw. 30 pF. Nach kleinen Widerständen und hohen Kapazitäten ist eine Grenze nur durch die Widerstände der Zuleitungen gezogen, denn der Tongenerator schwingt in der angegebenen Dimensionierung wegen der hohen Streuung der Wicklung w 4 noch, wenn diese kurzgeschlossen wird.

Die Einstellgenauigkeit hängt vom Potentiometer und der Größe der Skala ab. Da diese Meßbrücke in ein handliches Kästchen eingebaut werden soll, kann die Skala nur einen Durchmesser von 60 mm erhalten. Der Fehler des verwendeten Potentiometers kann durch individuelle Eichung beseitigt werden. Aus allen diesen Faktoren ergibt sich die Genauigkeit zu 2...5 %. Die größeren Fehler treten bei höheren Widerständen und größeren Abweichungen zwischen Normal und gesuchtem Widerstand auf. Um diesen Fehler klein zu halten, bemühe man sich, zwischen den Grenzen R_x = 0,1...10 R_n zu messen.

Die Meß-Normalien

In dem kleinen Gehäuse ist für Normalien kein Platz mehr. Im Werkstattbetrieb genügt es oft, wenn ein Widerstand auf 10 % genau angegeben ist. Dann kann man als Normal z. B. 5 %-Typen nehmen; sonst sind Meßwiderstände mit 1 % Genauigkeit angebracht. Normalkapazitäten stellt man durch Zusammenschalten passender Werte her. Als zweckmäßig haben sich folgende Werte erwiesen: 100 Ω, 1 kΩ, 10 kΩ, 100 kΩ, 1 nF, 10 nF, 0,1 μF, 1 μF.

Elektrolytkondensatoren können gemessen werden, wenn man zur Kompensation des Verlustwinkels ein Potentiometer von 100 Ω in Serie mit dem Normal schaltet. Bei allen Kondensatormessungen gehört der Masseanschluß des Kondensators (durch einen Ring gekennzeichnet) an die mit Masse verbundene Mittelklemme der Meßbrücke.

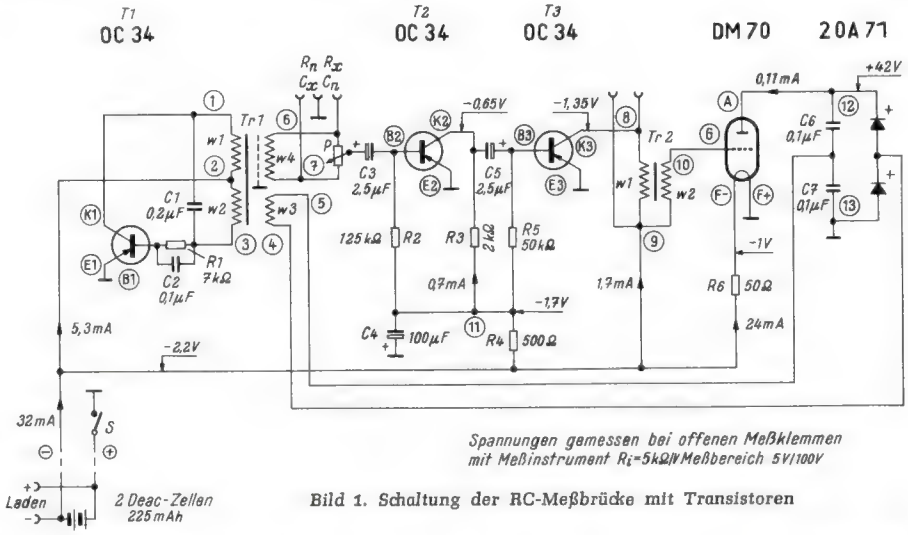


Bild 1. Schaltung der RC-Meßbrücke mit Transistoren

Bild 2. Minimumabgleich mit dem magischen Strich DM 70

Die Herstellung der Transformatoren

Die Daten der Transformatoren sind:

Tr 1

Kern F 19, Hyperm
w 1 = 110 Wdg. 0,1 CuL
w 2 = 30 Wdg. 0,1 CuL
1 Lage Lackseide
w 3 = 1500 Wdg. 0,04 CuL
1 Lage Lackseide
1 Lage 0,1 CuL (Schutzwicklung)
2 Lagen Lackseide
w 4 = 20 Wdg. 0,1 CuL
1 Lage Lackseide

Tr 2
Kern F 19, Hyperm
w 1 = 1000 Wdg.
0,04 CuL

w 2 = 10000 Wdg.
0,04 CuL
1 Lage Lackseide

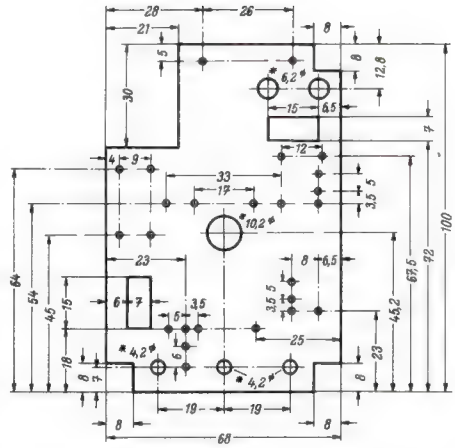
Wer noch nie solch kleine Transformatoren gewickelt hat, läßt sie besser in einer guten Werkstatt herstellen. Der Geübte kann sie jedoch auf der Handbohrmaschine selbst wickeln. In das Bohrfutter wird ein Gewindebohrer M 5 verkehrt herum eingespannt; dieser hat an seinem hinteren Ende einen Vierkant, der genau in den Spulenkörper paßt. Bevor man beginnt, stellt man eine genügende Anzahl Anschlußlitzen her, deren Enden abzuisolieren und zu verzinnen sind, denn später darf man an den Anschlußlitzen des fertigen Transformators nicht stark ziehen, sonst reißt der dünne Draht im Innern ab. Solche Litzen sollen nicht dick sein; sehr gut eignet sich Hf-Litze, die man nach dem Verzinnen mit farblosem Nagellack bestreicht. Eine solche Litze wird durch ein Seitenloch des Spulenkörpers eingefädelt und mit dem Spulendraht verlötet (man erleichtert sich die Arbeit, wenn man lötbaren Lackdraht verwendet). Dann wird die Lötstelle mit einem Streifen Tesafilm festgelegt. Beim Wickeln ist äußerste Ruhe und Sorgfalt notwendig. Der Draht soll von der Vorratsspule leicht und gleichmäßig ablaufen. Am Ende der Wicklung ist eine weitere Litze anzulöten, die Lötstelle mit Tesafilm zu isolieren und mit einer Lage Lackseide festzulegen. Die Lackseide läßt sich mit Nagellack gut kleben. Wer diese Arbeit scheut, kann statt dessen mehrere Lagen Tesafilm aufbringen. Bei der Herstellung dieser Transformatoren reicht der Wickelraum nur dann aus, wenn in der, in der Wickeltabelle angegebenen Weise gearbeitet wird. Eine Lagenisolation wie bei großen Transformatoren ist bei den geringen Betriebsspannungen nicht nötig und nimmt nur unnötigt Wickelraum ein.

Die Schutzwicklung des Transformators Tr 1 wird nur einseitig herausgeführt und an Masse gelegt.

Der mechanische Aufbau

Als Gehäuse dient ein handelsüblicher Preßstoffkasten mit den Maßen 105 × 75 × 45 mm. Dieser enthält vier eingepreßte Gewindebuchsen, mit denen die Frontplatte befestigt wird. Das Gehäuse erhält an einer Schmalseite zwei Bohrungen für die Buchsen zum Laden der Batterie. Weiterhin finden in diesem Gehäuse zwei Deac-Zellen mit 225 mAh Kapazität Platz. Sie können befestigt werden, indem man sie unter Zwischenlage eines Stücks Schaumgummi unter die erwähnten Buchsen klemmt. Ein Streifen Kupferfolie dient dabei als Verbindung zwischen den Zellen. Diese Batterien halten im Dauerbetrieb 6,5 Stunden. Geladen werden sie 12 Stunden lang mit 20 mA.

Die weitere Schaltung wird auf einer Montageplatte aus 1 mm starkem Hartpapier aufgebaut (*Bild 3*). In der Mitte wird das Potentiometer aufgeschraubt, rechts wird der Verstärker und links der Tongenerator mit dem Gleichrichter untergebracht. Oben in der Mitte findet die Röhre DM 70 ihren Platz. In die 1,6-mm-Bohrungen sind Messingrohrnieten mit 1,5 mm ⌀ einzunieten, die als Lötstützpunkte dienen. Wer die Möglichkeit dazu hat, kann auch eine gedruckte Schaltung herstellen. Die mit einem Stern bezeichneten Bohrungen sollte man zusammen mit der Frontplatte herstellen, sonst entstehen später durch die Anpaßarbeit unschöne Langlöcher. Diese Bohrungen nehmen die Gewindebolzen der Kopfhörerbuchsen und der Apparateklemmen auf, mit denen zum Schluß Montage- und Frontplatte zusammengeschraubt werden.



Oben: *Bild 3.* Maße der Montageplatte. Werkstoff: Hartpapier IV, 1 mm

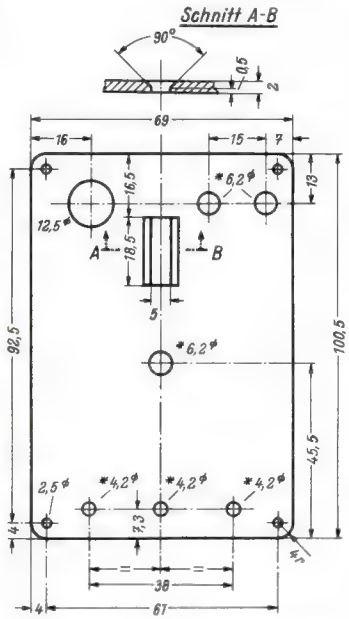
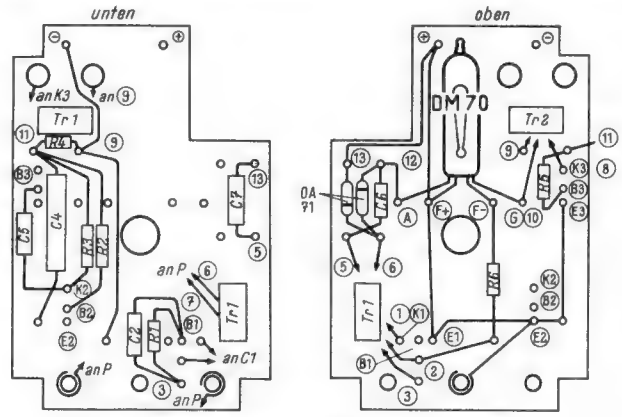


Bild 4. Maße der Frontplatte. Werkstoff: Hartpapier IV, 2 mm



○ umrandete Zahlen und Buchstaben siehe Schaltbild

Bild 5. Verdrahtung der Montageplatte

Die Frontplatte (*Bild 4*) besteht aus 2-mm-Hartpapier. Sie erhält nach der Maßzeichnung Bohrungen für den Kippschalter, die Kopfhörerbuchsen, die Apparateklemmen und die Potentiometerachse. Weiterhin ist nach Bild 4 der Durchbruch für den Leuchtschirm der DM 70 anzubringen.

Die Montage

Zuerst werden die beiden Transformatoren in die Durchbrüche der Montageplatte eingeklebt und ihre Anschlußlitzen mit den entsprechenden Rohrnieten verlötet. Im Verdrahtungsplan (*Bild 5*) sind diese Nieten mit den gleichen Ziffern bezeichnet wie im Schaltplan Bild 1. Danach werden die Anschlußdrähte der Anzeigeröhre DM 70 auf die nötige Länge gekürzt, verzinnt und mit Isolierschlauch überzogen. Die Anzeigeröhre wird so eingelötet, daß der Pumpstutzen der Röhre gerade mit dem oberen Rand der Montageplatte abschließt. Anschließend montiert man nach Bild 5 die Widerstände und Kondensatoren des Verstärkers. Die Widerstände können normale 0,25-W-Typen sein, denn Platz ist genug vorhanden. Für die Papierkondensatoren verwendet man 125-V-Ausführungen; die Elektrolytkondensatoren sind aber zweckmäßig Miniaturausführungen mit 3 V Betriebsspannung.

Die Anschlußdrähte der Transistoren werden auf 25 mm Länge gekürzt, mit Isolierschlauch überzogen und so gebogen, wie es in *Bild 6* zu erkennen ist. Dann werden die Verstärkertransistoren schnell (sehr heißer Lötkolben) mit geerdetem Kolben eingelötet. Den fertigen Verstärker kann man probeweise in Betrieb setzen und gibt dazu eine Tonfrequenz von ca. 0,5 V (Plattenspieler, Tonbandgerät, Tongenerator) über einen Widerstand von 1 MΩ auf die Basis des ersten Verstärkertransistors. In einem parallel zur Primärwicklung von Tr 2 angeschlossenem Kopfhörer muß dann die Tonfrequenz sauber und laut zu hören sein.

Nun kann auch der Tongenerator aufgebaut werden. Man montiert nacheinander die Kondensatoren des Gleichrichterteils, die Germaniumdioden, die Basiskombination von T 1 und den Schwingkreiskondensator. Nach Einlöten des Transistors muß bei Anlegen der Betriebsspannung der magische Strich aufleuchten, und an w 4 muß bei Anschließen des Kopfhörers ein Ton von etwa 2 kHz zu hören sein. Ist das nicht der Fall, dann kann ein Auswechseln des Transistors Abhilfe schaffen, denn einige Exemplare sind immer besonders schwingfreudig. Der richtig arbeitende Tongenerator schwingt noch bei 0,4 V Betriebsspannung unter voller Belastung.

Zuletzt wird das Potentiometer an seinen Platz gesetzt, nachdem man die Achse auf die nötige Länge gekürzt hat. Nun wird w 4 mit dem Potentiometer verbunden. Dann lötet man noch die Drahtenden zum Anschluß der Apparateklemmen und Kopfhörerbuchsen an. Zuletzt kann die Frontplatte mit bereits montierten Klemmen und mit dem Kippschalter so aufgeschraubt werden, daß sich zwischen beiden Platten ein Abstand von 11 mm ergibt, so daß die Transformatoren und die Röhre unverrückbar festliegen. Die fertig geschaltete Montageplatte zeigt *Bild 6*, der Zusammenbau mit der Frontplatte ist auf *Bild 7* zu erkennen.

Inbetriebnahme und Eichung

Wenn die Montageplatte mit den Batterien durch zwei flexible Litzen verbunden ist, kann das Gerät in das Gehäuse eingesetzt werden. Nach dem Einschalten darf im angeschlossenen Kopfhörer kein oder nur ein ganz schwacher Ton zu hören sein. Keinesfalls darf der magische Strich bei Kurzschließen der Kopfhörerklemmen sein Aussehen ändern. Dann nämlich bekommt der Verstärkereingang bereits Wechselspannung, was auf schlechte Isolation der Brückenspeisewicklung w 4 schließen läßt.

Zur Eichung wird auf die Frontplatte ein Stück Papier aufgeklebt und der Zeigerknopf so aufgesetzt, daß er sich gleich weit nach rechts und links drehen läßt.

Man kann nach zwei Methoden eichen. Entweder zeichnet man eine ideale Skala nach den mathematischen Beziehungen und legt dazu eine Fehlerkurve an, oder man zeichnet eine Skala nach Eichpunkten. Bei der ersten Methode kommt man erfahrungsgemäß mit weniger Messungen zum Ziel. Die ideale Skala entsteht aus der Abgleichbedingung der Brücke wenn R_1 und R_2 die Teilwiderstände des Potentiometers sind.

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_n}{R_x}$$

R_1 und R_2 verhalten sich aber wie der Faktor auf der Skala (dieser Faktor gibt an, mit welcher Zahl der Wert des Normals multipliziert werden muß, um den Wert des gesuchten Widerstandes zu erhalten), also

$$\frac{R_1}{R_2} = n$$

Bei einem linearen Potentiometer verhalten sich die Teilwiderstände aber auch wie die Teilwinkel. Bei einem Gesamtwinkel von 270° heißt das

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{\alpha_1}{270^0 - \alpha_1}$$

da $\alpha_1 + \alpha_2 = 270^0$ ergeben.

Zur Zeichnung der idealen Skala brauchen wir eine Beziehung zwischen α_1 und n. Diese ergibt sich aus den Gleichungen zu

$$\alpha_1 = \frac{270^0}{1 + n}$$

Mit einer genügenden Anzahl von Meßpunkten, die man auf das aufgeklebte Blatt aufträgt, läßt sich nun entweder eine Fehlerkurve aufstellen oder eine korrigierte Skala zeichnen. Diese wird im vergrößerten Maßstab mit Tusche auf Zeichenkarton gezeichnet und fotografisch verkleinert. Sehr gut sieht eine Negativskala aus (weiße Schrift auf schwarzem Grund), die sich fototechnisch leicht herstellen läßt. Diese Skala wird sauber ausgeschnitten und auf die Frontplatte aufgeklebt. Der Zeigerknopf ist wieder so aufzusetzen, daß die Skala stimmt. Die gleiche Skala gilt auch für Kondensatoren, wenn man C_x an die R_n-Klemmen und C_n an die R_x-Klemmen anschließt.

Im Modell verwendete Einzelteile

1 Preßstoffkästchen 105 × 75 × 45 mm (Arlt)
3 Transistoren, z. B. OC 34 (Intermetall)
1 Röhre DM 70 (Valvo)
2 Germaniumdioden OA 71 (Valvo)
2 gasdichte Stahlakkumulatoren 225 mAh (Deac)
1 Potentiometer 1 kΩ lin (Preh)
2 Transformatorkerne, Schnitt F 19, Hyperm, mit Spulenkörper (Arlt)
1 Kippschalter, einpolig
4 Telefonbuchsen, blank
2 Apparateklemmen, (rot) (Hirschmann)
1 Apparateklemme, schwarz (Hirschmann)
1 Zeigerknopf 40 mm lang

Widerstände

R 1	7 kΩ	sämtlich 0,25 W, 10 %
R 2	125 kΩ	
R 3	2 kΩ	
R 4	500 Ω	
R 5	50 kΩ	
R 6	50 Ω	

Kondensatoren

C 2, C 6, C 7	0,1 µF 125/V Papier
C 1	0,2 µF/125 V Papier
C 3, C 5	2,5 µF/ 3 V Elektrolyt
C 4	100 µF/ 3 V Elektrolyt

Hartpapier, Kupfer-Lackdraht, Schaltdraht, Kleinteile usw.

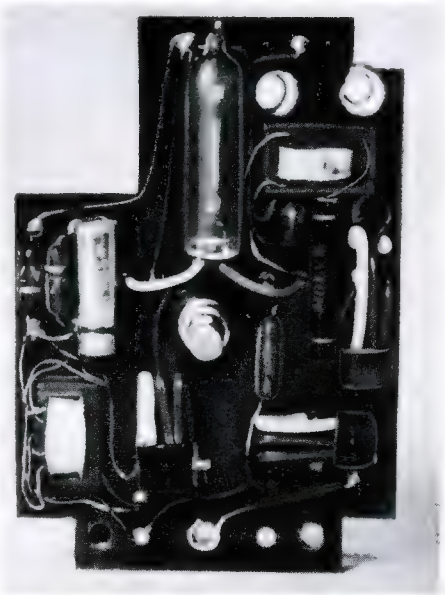


Bild 6. Montageplatte fertig verdrahtet

Für die genaue Messung kleinerer Kondensatoren interessiert noch die Eingangskapazität der Klemmen für das Normal und den Prüfling. Unter der Voraussetzung, daß beide gleich sind, kann man folgende Rechnung aufstellen (die Kapazitäten sind gleich bei symmetrischem Aufbau der Brücke):

C_n sei ein bekannter Kondensator an den n-Klemmen
C_x sei ein bekannter Kondensator an den x-Klemmen
n sei der am Potentiometer abgelesene Faktor
C sei die gesuchte Eingangskapazität

Bild 7. Front- und Montageplatte zusammengebaut

Dann gilt

$$C_x + C = n \cdot (C_n + C)$$

daraus errechnet sich

$$C = \frac{nC_n - C_x}{1 - n}$$

Die Formel wird sehr einfach, wenn $C_x = 0$ wird. Dann gilt

$$C = \frac{n}{1 - n} C_n$$

Beim Mustergerät ergab sich der Wert von 3 pF, der bei den meisten Messungen vernachlässigt werden kann. Das fertige Gerät zeigt das Bild auf Seite 367 oben.

Detlef Burchard

Elektronische Schaltungen mit Fotozellen

I. Alarmanlage mit einem Fotozellen-Relais

Ein Fotorelais dient dazu, elektrische Stromkreise unter dem Einfluß von Lichtwechsel zu öffnen oder zu schließen. Sein wesentlicher Bestandteil ist die *Fotozelle*. Da der von ihr gelieferte Strom zu schwach ist, um ein Relais üblicher Bauart zu betätigen, wird der Zelle eine elektronische Verstärkung nachgeschaltet. *Bild 1* zeigt die prinzipielle Anordnung einer einfachen Fotorelaisschaltung. Anodenspannung und Gittervorspannung werden dem Spannungsteiler R 1, R 2, R 3 entnommen. Die Gittervorspannung der Verstärkerröhre EL 41 ist am Potentiometer P so einzustellen, daß der im Ruhezustand durch die Röhre fließende Anodenstrom so groß ist, daß das Relais sicher anzieht. Fällt nun Licht auf die Fotozelle, dann erzeugt der durch sie fließende Strom einen Spannungsabfall am Widerstand R. Er ist so gerichtet, daß die negative Gittervorspannung der Pentode größer wird. Der Widerstand R wurde so bemessen, daß bei Belichtung der Fotozelle die Röhre sicher sperrt. Ohne Belichtung sinkt die negative Gittervorspannung und der nunmehr fließende Anodenstrom läßt das Relais wieder ansprechen. Der Querstrom des Spannungsteilers R 1, R 2, R 3 ist relativ hoch (ca. 100 mA) und erfordert ein leistungsfähiges Netzgerät.

In einer Abwandlung kann diese Fotorelais für eine Alarmanlage verwendet werden, um Räume vor unbefugtem Betreten zu sichern. Normalerweise wird hier die Anordnung so getroffen, daß die Fotozelle bei Belichtung das Relais abfallen läßt und damit einen Alarmstromkreis schließt, der Daueralarm gibt, bis er durch einen Schalter von Hand wieder unterbrochen wird.

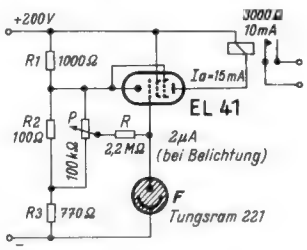


Bild 1. Prinzipschaltung eines Fotozellen-Relais

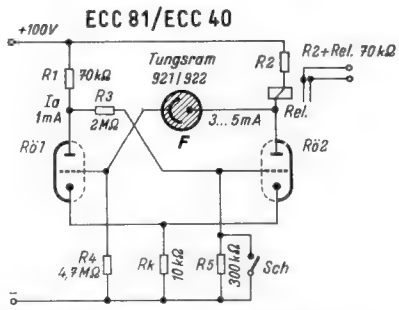


Bild 2. In dieser Schaltung löst die Unterbrechung des auf die Fotozelle auftreffenden Lichtstrahles die Alarmanlage aus. Auch wenn die Fotozelle sofort wieder vom Lichtstrahl getroffen wird, bleibt der Alarm bestehen, bis der Schalter Sch gedrückt wird

Eine solche Schaltung zeigt *Bild 2*. Beim Anlegen der Anodenspannung beginnt durch eine der Röhren ein Strom zu fließen. Der gemeinsame Katodenwiderstand Rk versorgt beide Trioden mit der notwendigen Gittervorspannung. Angenommen die Röhre 1 sei leitend. Dann liegt die Spannung an ihrer Anode unter dem Wert der Versorgungsspannung (+ 100 V). Der Spannungsabfall an dem Widerstand R 5 des Spannungsteilers R 1, R 3, R 5 ist klein. Solange die Gittervorspannung der Röhre 2 negativer als die Sperrspannung bleibt, kann durch diese Röhre kein Strom fließen. Um diese Lage aufrechtzuerhalten, ist es notwendig, daß der Fotozellenstrom am Widerstand R 4 einen solchen Spannungsabfall erzeugt, daß die Röhre 1 leitend bleibt.

Wird die Belichtung der Fotozelle unterbrochen, so vermindert sich deren Strom und das Gitter der Röhre 1 wird nun stärker negativ. Der fallende Anodenstrom läßt die Spannung an der Anode der Röhre 1 anwachsen. Damit wird aber die Gittervorspannung der Röhre 2 stärker positiv, bis schließlich dort ein Anodenstrom zu fließen beginnt. Deshalb wächst auch die Spannung am Katodenwiderstand Rk soweit an, daß schließlich die Röhre 1 gesperrt ist. Die Verhältnisse am Spannungsteiler R 1, R 3, R 5 ergeben für die Röhre 2 einen Gittervorspannungswert, der sie endgültig leitend hält. Infolge des Stromdurchganges durch die Röhre 2 ist aber nunmehr die Spannung an ihrer Anode und damit an der Fotozelle stark gesunken. Diese ist weit weniger empfindlich als vorher und gibt bei erneuter Belichtung einen nur wenig vergrößerten Fotostrom ab. Also bleibt die Gittervorspannung der Röhre 1 unter der Spannung, bei der diese wieder geöffnet würde. Die Schaltung verharrt in diesem Zustand, bis der Schalter Sch gedrückt wird. Erst dann bricht die Gittervorspannung am Widerstand R 5 zusammen, die negative Gittervorspannung vom Widerstand R 3 her wird wirksam und der Anodenstrom der Röhre 2 verringert sich. Die Spannung an deren Anode wächst, die Fotozelle wird empfindlicher, ihr vergrößerter Strom verursacht, daß das Gitter der Röhre 1 stärker positiv wird. Mit dem dadurch bedingten Anwachsen des Anodenstromes der Röhre 1 wird der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt.

Bei Auslegung der Schaltung sind einige Gesichtspunkte zu beachten. So muß der Anodenstrom der Röhre 2 groß genug sein, damit das Relais anzieht. Weiter ist zu beachten, daß bei leitender Röhre 1 die erzeugte Gittervorspannung an der Röhre 2 stärker negativ ist als die Sperrspannung dieser Röhre bei voller Anodenspannung. Diese zwei Bedingungen ergeben eine Grundlage für die Berechnung der verschiedenen Widerstände. In Bild 2 sind die Werte für die Einzelteile angegeben. Der zum einwandfreien Arbeiten der Anlage notwendige Fotozellenstrom soll 3...5 mA erreichen.

II. Ein automatischer Türöffner mit Fotozellen-Relais

Für eine automatische Anlage zum Türöffnen seien folgende Forderungen gestellt: In geschlossenem Zustand soll die Tür verriegelt sein. Die Automatik soll bei Annäherung an die Tür von beiden Seiten her ausgelöst werden. Auch soll sie die Tür so lange offen halten, bis sämtliche Benutzer hindurchgegangen sind. Das Schließen soll ebenfalls von selbst erfolgen. Nach dem Ausschalten der Automatik muß die Tür auf normale Weise geöffnet und geschlossen werden können.

Alle diese Bedingungen können mit einer Anlage erfüllt werden, die nach der schematischen Darstellung in *Bild 3* aus zwei Fotozellen-Relais aufgebaut ist, wobei zwei Lichtquellen zu beiden Seiten der Türe zusammen mit den Fotozellen-Relais je eine Lichtschranke bilden. Je nachdem, welche Lichtschranke von einem Passanten unterbrochen wird, löst eines der beiden Relais das Öffnen der Türe aus.

Die Gesamtschaltung der Anlage zeigt *Bild 4*. Als Foto-Relais wird die gleiche Anordnung benutzt, die schon im vorhergehenden Artikel zum Aufbau einer Alarmanlage angegeben wurde. Für den automatischen Türöffner sind zwei solcher Fotorelais notwendig.

Die Arbeitsweise sei an Hand von Bild 4 kurz erläutert. Wenn beim linken Foto-Relais beispielsweise in der Ruhelage der Einrichtung ein Lichtstrahl auf die Fotozelle I fällt, dann befindet sich die Triode Rö 1 in leitendem Zustand, während die Triode Rö 2 gesperrt ist. Sobald nun eine die Lichtschranke durchschreitende Person den Lichtstrahl unterbricht, kippt der Multivibrator Rö 1/Rö 2 um. Mit dem Leitendwerden von Rö 2 fließt der Anodenstrom durch das Relais Rel 1, das den Stromkreis zweier Elektromagnete M 1 und M 2 schließt. Dabei löst M 1 die Verriegelung der Türe, während M 2 die geöffnete Tür festhalten soll. Beim Zurückziehen der Verriegelung durch M 1 wird zugleich der Motor zum Öffnen der Türe eingeschaltet.

Bild 3. Anordnung der Lichtschranken zu beiden Seiten der Tür

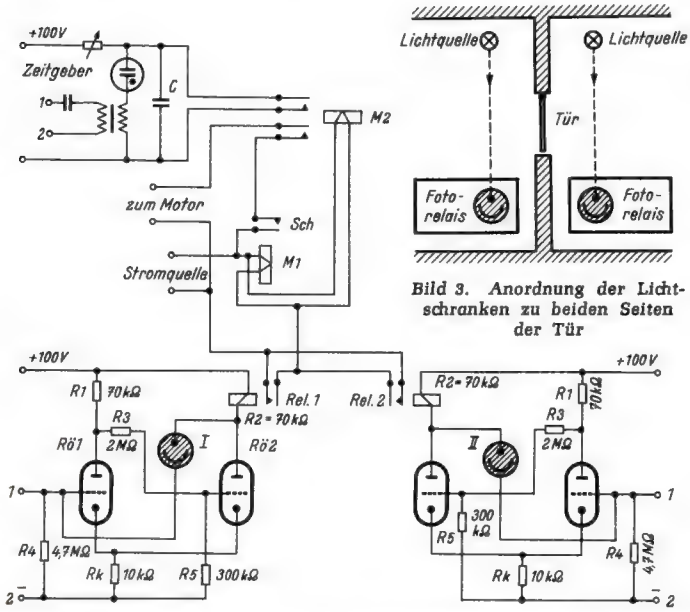


Bild 4. Gesamtschaltung des automatischen Türöffners; I und II = Tungsram-Fotozellen Typ 221 oder 922, Doppeltrioden = ECC 40 oder ECC 81

Die voll geöffnete Tür löst wiederum einen Schalter aus, der den Motor wieder abstellt und über einen weiteren Kontakt den Zeitgeber einschaltet. Im Zeitgeber lädt sich der Kondensator C über einen Widerstand auf, bis sein Potential die Zündspannung der Glimmröhre erreicht hat. Deren Zündung gibt einen positiven Impuls über die Anschlüsse 1 und 2 zum Gitter der gesperrten Triode Rö 1. Damit kippt der Multivibrator wieder in seine Ausgangslage zurück. Nun fällt auch das Relais 1 wieder ab, die Verriegelung zum Offenhalten der Tür wird gelöst und eine Feder oder eine Pneumatik kann diese wieder schließen.

Ein veränderlicher Widerstand vor dem Kondensator C des Zeitgebers ermöglicht eine Einstellung der Zeitspanne, nach deren Ablauf die Türe wieder schließt. Normalerweise wird auf eine Frist von etwa fünf Sekunden eingestellt. Bei geschlossener Tür ist der Kondensator des Zeitgebers kurzgeschlossen. Sobald der Multivibrator durch den genannten positiven Impuls umgekippt ist, kann er durch einen neuen Passanten sofort wieder gestartet werden, auch wenn die Tür noch halb geöffnet sein sollte. Das bedeutet, daß bei einem stärkeren Passantenstrom keiner durch die zuschlagende Tür belästigt werden kann.

In gleicher Weise arbeitet natürlich auch das zweite Foto-Relais rechts im Schaltbild für Passanten aus der anderen Richtung. Die Anlage kann noch dadurch vervollständigt werden, daß für den Elektromagneten M 2 ein polarisiertes Relais verwendet wird und die Relais 1 und 2 der fotoelektrischen Schaltungen an beiden Seiten der Tür Signale verschiedener Polarität abgeben. Ebenso erhält der Motor Anschlüsse für verschiedene Drehrichtungen, deren Einschalten davon abhängt, mit welcher Polarität M 2 angesprochen wird. Auf diese Weise kann erreicht werden, daß sich die Türe niemals gegen einen Passanten hin öffnet, sondern immer von ihm weg. E. P.

(Nach Unterlagen der Tungsram AG, Carouge-Genf)

Eine neue KTT

Kristalldioden- und Transistoren-Taschentabelle

2. Auflage

Nach überraschend kurzer Zeit war die 1. Auflage dieser Schwester unserer seit Jahren bewährten Röhren-Taschen-Tabelle ausverkauft, so daß wir eine neue Ausgabe herausbringen konnten, in die alle inzwischen erschienenen Typen aufgenommen wurden.

Der Umfang der KTT stieg auf 128 Seiten, und auch die Zahl der Bilder und Schemata wurde vergrößert. Der Preis wurde beibehalten; er beträgt **4.90 DM**

Die Halbleitertechnik befindet sich im Stadium stürmischer Entwicklung, so daß die Daten der Dioden und Transistoren entsprechend den Fortschritten der Technik häufig Änderungen unterworfen sind, ein Grund, sich stets der neuesten Ausgabe der KTT zu bedienen.

Zu beziehen
durch alle Buch- und zahlreiche Fachhandlungen.

Bestellungen auch an den

FRANZIS-VERLAG · MÜNCHEN 37

15-Watt-Hi-Fi-Verstärker in Ultralinearschaltung Typ VK 155

In letzter Zeit nimmt das Angebot an typischen Hi-Fi-Verstärkern für den Heimgebrauch auch in Deutschland zu. Ein neues Gerät, das sich in seiner flachen Bauweise dem internationalen Stil anpaßt, ist der 15-W-Verstärker VK 155 der Fa. Sennheiser electronic *(Bild 3)*. Seine Schaltung ist so klar und übersichtlich, daß sie ohne Zuhilfenahme eines Blockschaltbildes besprochen und übersehen werden kann.

Vier von den fünf Eingängen der Schaltung sind mit schraubenzieherbetätigten Einstellreglern abgeschlossen. Sie dienen zum Pegelabgleich der vier Tonquellen, damit beim Drehen am Eingangsumschalter E keine störenden Lautstärkesprünge entstehen. Eingang I ist für den Anschluß des Plattenspielers bestimmt. Deshalb befindet sich hinter der ersten Röhre ein Entzerrungsglied, bestehend aus R 6/C 4/C 5/R 8, das die erforderliche Wiedergabe - Entzerrung nach *Bild 1* bewirkt. Diese Maßnahme ist bekanntlich nur bei hochwertigen magnetischen Systemen erforderlich, die eine der aufgezeichneten Geschwindigkeitsamplitude proportionale Tonspannung abgeben. Das Glied hat demnach die Bässe um einen bestimmten Betrag anzuheben und die Höhen zu dämpfen. Kristallsysteme, deren Spannung der Auslenkung proportional ist, brauchen keinen solchen Entzerrer, sofern sie hochohmig abgeschlossen sind. Um nun den gleichen Schallplattenanschluß für beide Systeme brauchbar zu machen, ohne daß man beim Anschalten lange überlegen oder einen besonderen Umschalter bedienen muß, wurde Eingang I mit 25 kΩ abgeschlossen. Dieser Wert ist für ein magnetisches System hoch und belastet es so wenig, daß sein ursprünglicher Frequenzgang erhalten bleibt. Beim Kristallsystem stellen dagegen diese 25 kΩ eine starke Belastung bei den Bässen dar (hoher kapazitiver Innenwiderstand) und senken diese gerade auf den gleichen Wert ab, der dem magnetischen System entspricht. So lassen sich auf denkbar einfache Art der gleiche Eingangsanschluß und der gleiche Phonoentzerrer für zwei ganz unterschiedliche Systemarten benutzen.

In Schalterstellung 2 liegt der Mikrofon-Eingang (II) an der Vorverstärkerröhre. Die zweite Schalterebene von E sorgt dafür, daß jetzt der Phonoentzerrer umgangen wird. R 5 bildet zusammen mit dem Lautstärkeregler L 1 einen frequenzunabhängigen Spannungsteiler.

Dreht man E in die Stellungen 3 und 4, so sind die Eingänge III und IV wirksam, aber die erste Ebene des Eingangsumschalters erdet das Vorröhrengitter, um Brummeinstreuungen sicher zu unterdrücken. Beide Eingänge, Rundfunk sowie Tonbandwiedergabe, liefern einen höheren Pegel und umgehen deshalb die Vorröhre. Ihre Tonspannungen gehen sofort zum Hauptlautstärkeregler L 1.

Mit dem Eingang V hat es eine besondere Bewandtnis: Die meisten Hi-Fi-Freunde verbinden den Aufnahmeeingang ihres Bandgerätes mit dem Verstärker, um die Programmwahl (Platte, Mikrofon, Rundfunk) mit dessen Eingangsumschalter vorzunehmen. Dann ist es natürlich erwünscht, gelegentlich auch über eine Mischmöglichkeit zu verfügen, um besondere Effekte zu erzielen und um etwa einen bestimmten Mikrofontext mit Musik zu untermalen. An diese Möglichkeit wurde beim VK 155 gedacht und der Eingang V vorgesehen. Er besitzt einen eigenen Lautstärkeregler L 2, der über Entkopplungswiderstände (R 9/R 11) mit L 1 zu einem zweiteiligen Mischfeld zusammengeschaltet ist. Eine an V angeschlossene Quelle läßt sich demnach mit jeder Quelle I bis IV mischen, sofern E in der entsprechenden Stellung steht. Der Schalter E hat nur vier Schalter-Stellungen 1 bis 4. Der fünfte Kontakt liegt ständig an dem mitumlaufenden Ring und erdet somit alle nicht benutzten Kontakte. Hierdurch wird ein Übersprechen sicher vermieden.

Die erste Doppelröhre ECC 83 bildet einen über C 11/R 15/R 14 stark gegengekoppelten Zwischen-Verstärker mit niedrigem Ausgangswiderstand. Diese Maßnahme trägt nicht nur ganz allgemein zum Kleinhalten des Klirrfaktors und zur Frequenzgang-Linearisierung bei, sie bewirkt auch, daß in Mittelstellung der Klangregler T und H wirklich lineare Verstärkung gesichert ist. Verzichtet man nämlich auf diese Gegenkopplung und arbeitet mit normalem Ausgangswiderstand, dann wird das zweite Triodensystem vom Klangregel - Netzwerk (R 18/T/R 10/C 13 bis 16/H) und seiner Verdrahtung unter Umständen frequenzabhängig belastet, wodurch lineare Verzerrungen entstehen.

Am Einspeisepunkt (C 12) des Klangregel-Netzwerkes, dessen Wirkungsweise unseren Lesern bekannt ist, zweigt der Spannungsteiler R 35/R 36 ab, an dem die Aufsprechspannung für ein Tonbandgerät abgenommen wird. Diese Tonspannung bleibt unbeein-

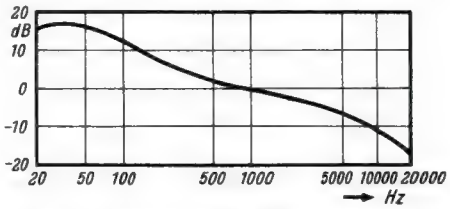


Bild 1. Frequenzgang des Phonoentzerrers im VK 155

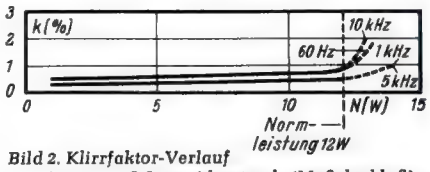
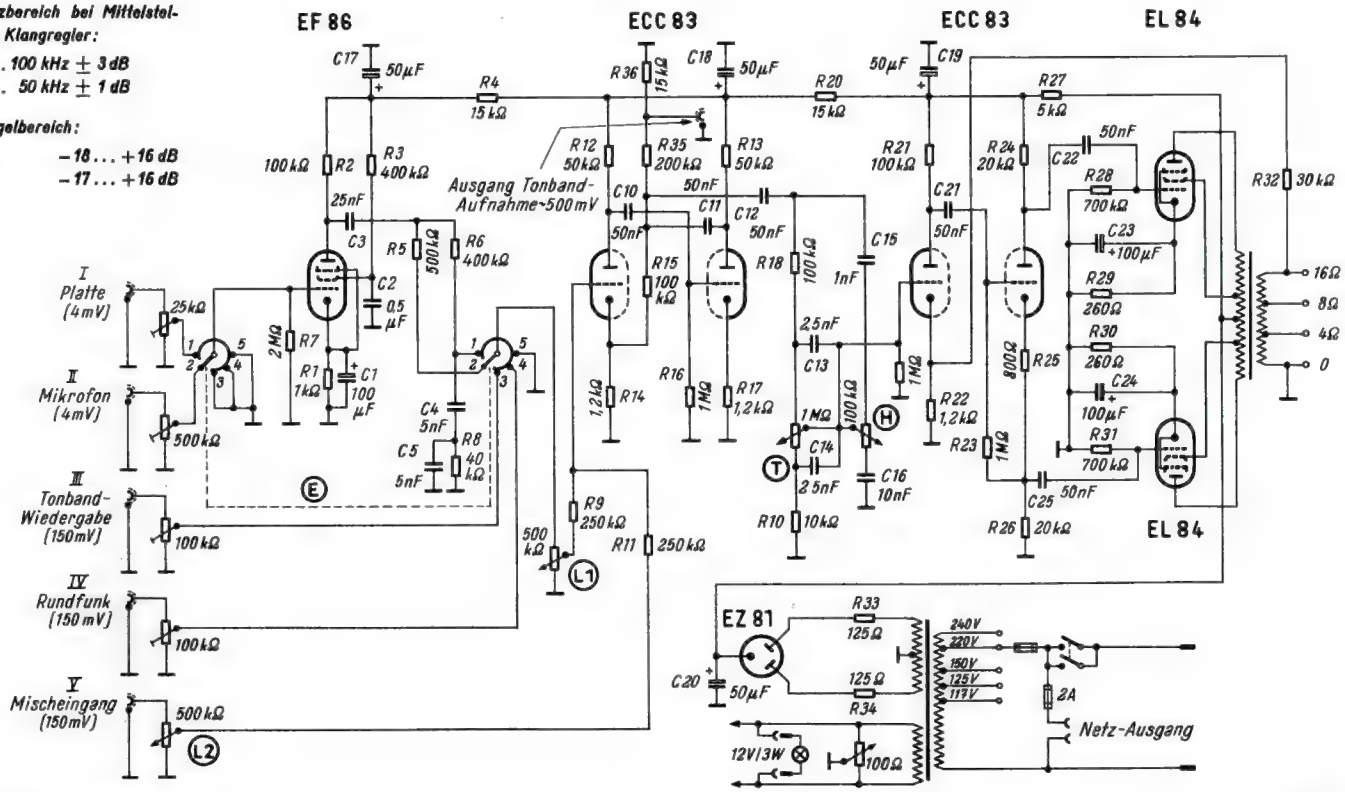


Bild 2. Klirrfaktor-Verlauf an einem 16-Ω-Lastwiderstand (Meßabschluß)

FUNKSCHAU-Schaltungssammlung 1958/13

Verstärker VK 155 von Sennheiser electronic



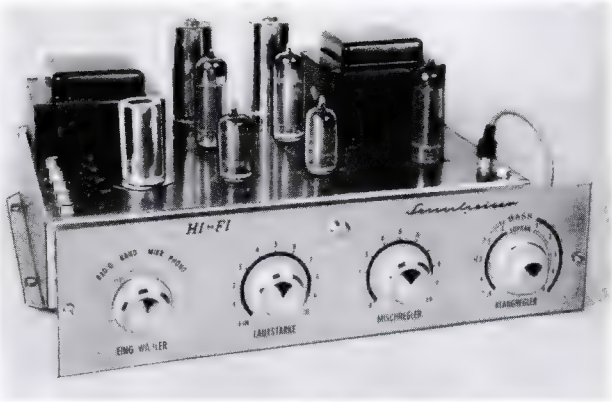


Bild 3. Hi-Fi-Verstärker VK 155 von Sennheiser electronic

Technische Daten

Sprechleistung: 15 W
Frequenzbereich bei Mittelstellung der Klangregler 10 Hz... 100 kHz ±3 dB; 20 Hz...50 kHz ± 1 dB
Klangregelber.: −18...+ 16 dB bei 30 Hz, −17...+ 16 dB bei 20 kHz
Klirrfaktor bei 12 W: 1000 Hz = 0,8 %; 5000 Hz = 0,8 %; 60 Hz = 1,2 %; 10 000 Hz = 1,2 %
Intermodulation: (8 kHz/10 kHz = 1 : 1): ca. 0,2 %
Brummabstand: ca. 70 dB
Eingänge: Platte = 4 mV/25 kΩ Mikrof. = 4 mV/500 kΩ; Tonband = 150 mV/100 kΩ; Rundfunk = 150 mV/100 kΩ; Mischen = 150 mV/500 kΩ
Ausgänge: Lautsprecher = 4/8/16 Ω; Tonband = 500 mV/15 kΩ
Maße und Gewicht 31 × 30 × 13,5 cm/6,5 kg

flußt von der Klangregler-Stellung, so daß man z. B. während einer Rundfunksendung, die über das Gerät läuft und die man nach seiner gerade herrschenden Stimmung „klangkorrigiert" hat, Tonbandaufnahmen mitschneiden kann. Diese Aufteilung der Tonbandgeräte - Anschlüsse in eine Aufnahme- und eine Wiedergabebuchse entspricht den Gepflogenheiten des Auslandsmarktes. Es gibt nämlich manchen begüterten Hi-Fi-Anhänger, der zwei Geräte besitzt, von denen eines nur zur Aufnahme, das andere nur zur Wiedergabe benutzt wird. Wer – wie es sich bei uns eingebürgert hat – für beide Zwecke ein gemeinsames Bandgerät benutzt, wird möglicherweise beide Anschlüsse zu einer Normbuchse vereinigen, eine Arbeit, die der Sachkundige in wenigen Minuten durchführen kann.

Das erste System der zweiten Doppeltriode verstärkt geradeaus, während das zweite als Phasenumkehrröhre in Katodynschaltung (gleichgroße Widerstände R 24 und R 26 im Anoden- und Katodenkreis) betrieben wird. Die Endstufe arbeitet in Ultralinearschaltung. Da ihre Schirmgitter an einem Zapfpunkt des Ausgangsübertragers liegen, entsteht eine kräftige klirrfaktor- und innenwiderstandssenkende Gegenkopplung. Über R 32 verläuft ein weiterer Gegenkopplungsweg zu R 22. Infolge dieser Maßnahmen und weil der verschachtelt gewickelte Ausgangsübertrager einen ungewöhnlich großen Kern (M 85) besitzt, konnten für den Verstärker ganz vorzügliche elektrische Eigenschaften (*Bild 2* und *Tabelle*) erzielt werden.

Auf einige bemerkenswerte Kleinigkeiten sei besonders hingewiesen: Wie aus *Bild 3* hervorgeht, sind die beiden Klangregler zu einem Doppelpotentiometer zusammengefaßt, eine nachahmenswerte Anordnung! Die Schaltung läßt erkennen, daß hinter dem Netzschalter ein Anschluß für weitere mit der Anlage zusammenarbeitende Geräte (z. B. Rundfunk-Vorsatz, Plattenspieler) abzweigt, so daß Ein- und Ausschalten mit einem einzigen Handgriff erfolgt. Das Kontrollämpchen ist über eine Steckvorrichtung angeschlossen, so daß es beim Einbau des Verstärkers in eine Truhe auch an abgesetzter und besser erkenntlicher Stelle Platz finden kann. Der Hersteller weist ausdrücklich darauf hin, daß der Verstärker in jeder beliebigen Lage (z. B. auch mit der Frontplatte nach oben) eingebaut oder aufgestellt werden kann, sofern für ausreichende Wärmeabfuhr gesorgt ist. Bei gedrängtem Einbau wird empfohlen, empfindliche Möbelteile durch Bekleben mit blanker Aluminiumfolie vor Strahlungswärme zu schützen. Das handliche und elektrisch vorzügliche Gerät wird manchem Hi-Fi-Freund zum willkommenen Herzstück seiner Anlage werden.

Fritz Kühne

Dröhnbässe bei Groß-Lautsprecher

Fast in jeder Baubeschreibung für Lautsprecher-Gehäuse kehrt der lapidare Hinweis wieder: „Durch geeignete Maßnahmen sorge man für ein starres, schwingungsfreies Gehäuse". Der Praktiker weiß auch, daß er zu diesem Zweck möglichst starke Sperrholzplatten verwenden muß, daß die Gehäusewandungen innen durch Leisten zu verstärken sind und gepolstert werden müssen. Er weiß aber nicht, was er unter „schwingungsfrei" zu verstehen hat, denn üblicherweise baut er ein einziges Gehäuse, und Vergleiche mit anderen, einwandfreien Stücken kann er nicht anstellen. So tut er im guten Glauben alles, was er für richtig hält, um den angestrebten schwingungsfreien Zustand zu erreichen, und vielleicht muß er sich trotzdem mit Dröhnbässen herumärgern, deren Entstehung er allen möglichen anderen Ursachen zuschreibt, die aber trotzdem vom mitschwingenden Gehäuse hervorgerufen werden. Weil die Beseitigung dieser häßlichen Erscheinung kinderleicht ist und man dazu nur ein paar Meter Holzleiste braucht, soll hier von Erfahrungen des Verfassers mit Stabilisierungs-Leisten berichtet werden. Es lohnt sich, beim eigenen Lautsprechergehäuse die gleichen Versteifungen anzubringen; der Erfolg kann nicht ausbleiben.

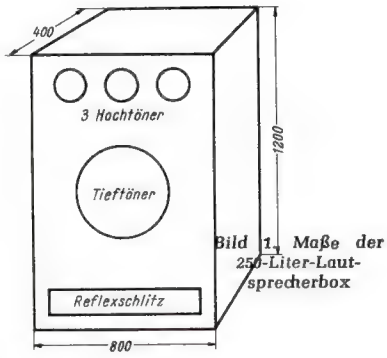


Bild 1. Maße der 250-Liter-Lautsprecherbox

Für eine Hi-Fi-Anlage wurde eine große 250-Liter-Box (*Bild 1*) gebaut, die einen Tieftöner und drei Hochtonsysteme enthält. Als Material fand 25-mm-„Tischlerplatte" Verwendung. Da das benutzte Steuergerät in Verbindung mit einer festen Lautsprecher-Entzerrung und einem gehörrichtigen Lautstärkeregler eine sehr kräftige Baßanhebung bewirkt, traten häßliche Dröhnerscheinungen auf. Lautsprechersystem und Verstärker erwiesen sich als einwandfrei, weshalb das Gehäuse näher untersucht wurde. Zu diesem Zweck wurde eine mittlere Lautstärke eingestellt und eine Tanzplatte mit Zupfbaß übertragen. Beim leichten Auflegen der flachen Hand auf die verschlossene Gehäuse-Rückwand, auf die Oberseite und die Seitenteile waren deutlich Vibrationen im Baßrhythmus zu spüren. Beklopfte man die Wände des Gehäuses kräftig mit der Faust, so wurde ein dumpfer Ton hörbar, vergleichbar mit dem Ton, der entsteht, wenn man seitlich gegen einen massiven Kleiderschrank schlägt.

Zunächst wurde die Rückwand der Box herausgenommen und das aufgenagelte, mit Watte gefüllte Dämpfungskissen entfernt. Dann erhielt die Rückwand innen zur Versteifung einen Lattenrost nach *Bild 2*, wobei Fichtenholzleisten mit 20 × 35 mm Querschnitt hochkant so aufgeschraubt und mit gutem Tischlerleim (!!) aufgeleimt wurden, daß sechs Felder entstanden. In diese Kammern wurde die aus dem Kissen entnommene Watte gefüllt und über das Ganze dann mit Polsternägeln (Abstand von Kopf zu Kopf = 5 cm) ein Abdecktuch genagelt.

Nach dem Wiedereinsetzen der Rückwand war beim Abklopfen mit der Faust der ursprüngliche dumpfe Ton verschwunden. Es entstand nur noch ein trockenes, hartes Geräusch, etwa so, als ob man mit der Faust gegen die Kante eines Schrankes schlägt. Die Übertragungsqualität hatte sich bereits gebessert. Die Baßwiedergabe war wesentlich härter und präziser und das Dröhnen war stark zurückgegangen. Nachdem Seitenteile sowie Deckel und Boden der Box im gleichen Sinn versteift worden waren, vermittelte das Gehäuse eine erstklassige Wiedergabe.

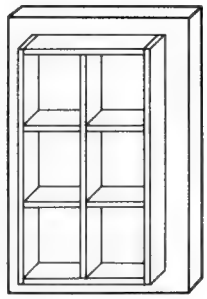


Bild 2. Lattenrost für die Versteifung der Box-Rückwand

Zu beachten ist, daß auf jeder Fläche die in Längsrichtung laufenden Leisten aus einem Stück bestehen. Die kürzeren Zwischenleisten sollen mit ihren Stirnseiten, dort wo sie an die Längsseiten anstoßen, ebenfalls gut verleimt werden. Es ist wichtig, daß die ganze Rahmenkonstruktion möglichst starr zusammenhängt.

Vorführband für Magnetophon-Telefunken KL 65 X

Telefunken stellt dem Fachhandel für die Vorführung des neuen Magnetophons KL 65 X ein neues eindrucksvolles 9,5-cm-Vorführband zur Verfügung, das zu Beginn einen längeren Ausschnitt aus der Ouvertüre zur „Schönen Galathee" enthält. Um die dargebotene Qualität, die bis 14 000 Hz heraufreicht, zu beweisen, folgen auf die Musik im Mittelteil durchlaufende Frequenzen über 10 000 bis ca. 14 000 Hz.

Die erste Wirkung dieses Teiles des Vorführbandes besteht darin, daß jüngere Menschen – bis zu etwa 30 Jahren – die hohen Frequenzen eindeutig wahrnehmen, solange das Tonband auf dem Magnetophon Kl 65 X abgespielt wird. Die zweite, viele überraschende Wirkung, ist bei älteren Zuhörern darin zu sehen, daß diese die hohen Frequenzen nicht mehr wahrnehmen können. Es wird sich hierbei vornehmlich um Menschen über 30 Jahre handeln, bei denen das Gehör im allgemeinen langsam nachläßt. Daraus geht hervor, daß der Frequenzumfang des Kl 65 X bei 9,5 cm/sec Geschwindigkeit bereits über den Hörbereich vieler Zuhörer hinausgeht; so wird bewiesen, daß die mit einer Bandgeschwindigkeit von 4,75 cm/sec mögliche Qualität, die durch Frequenzen bis 8000 Hz gekennzeichnet ist, in vielen Fällen ausreichend ist, vorausgesetzt, daß die Geräte auch in der Gleichmäßigkeit des Bandlaufs höchsten Ansprüchen genügen.

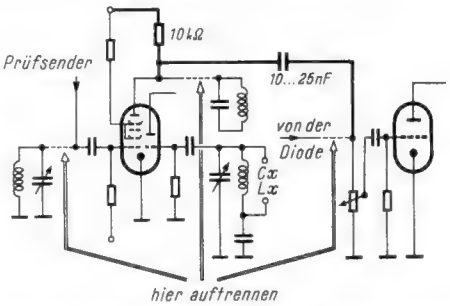
Vorschläge für die WERKSTATTPRAXIS

Messungen mit einfachsten Mitteln

Oszillatorfrequenz

Bei stark verstimmten Oszillatoren ist es manchmal von Vorteil, wenn man deren Frequenz ermitteln kann, da die Art der Verstimmung Rückschlüsse auf den Fehler erlaubt. Nun ist wohl in jeder Werkstatt ein Prüfsender, selten aber ein Frequenzmesser vorhanden. Aber auch mit dem Prüfsender läßt sich die Oszillatorfrequenz sehr einfach genau bestimmen, ohne daß die Zwischenfrequenz bekannt ist.

Dazu werden nur der Vorkreisanschluß und Anodenanschluß von der Mischröhre getrennt sowie die Nf-Zuführung zum Potentiometer abgelötet (*Bild*). An das Gitter 1 der Mischröhre wird der Prüfsender angeschlossen und der Anode die Betriebsspannung über einen Widerstand von 10 kΩ zugeführt. Ferner wird die Anode über 10...25 nF mit dem jetzt freien Anschluß des Lautstärke-Potentiometers verbunden.



Mischstufe und 1. Nf-Stufe eines Empfängers, umgeschaltet für einfache Messungen

Der Meßvorgang ist nun folgender: Die Frequenz des Prüfsenders und die des Oszillators werden wie beim Superhet gemischt. Nähert sich beim Durchdrehen des Prüfsenders seine Frequenz der des Oszillators, so fällt die Differenzfrequenz (analog der Zwischenfrequenz) in den hörbaren Bereich. Diese Tonfrequenzspannung wird nun dem Nf-Teil des Gerätes zugeführt, das somit selbst zur Anzeige des Schwebungsnulls dient. Der Prüfsender ist dann genau auf die Oszillatorfrequenz eingestellt, wenn der Ton immer tiefer wird und dann vollkommen verschwindet.

Hat man so ein Schwebungsnull gefunden, dann stellt man zweckmäßig den Prüfsender auch auf die halbe und die doppelte Frequenz ein. Auch hier ergeben sich Schwebungen mit der Oberwelle des Prüfsenders bzw. des Oszillators, die jedoch erheblich schwächer als die der Grundwelle sind. Diese Kontrolle schützt vor Irrtümern, die durch Schwebungen mit Oberwellen entstehen könnten.

Trennt man auch das Oszillatorgitter ab, so kann man auch andere unbekannte Oszillatoren, die man am Oszillatorgitter anschließt, auf diese Weise messen[1]). Der Verfasser hat auf diese Art einen selbstgebauten Prüfsender geeicht. Die erreichte Genauigkeit läßt nichts zu wünschen übrig.

L- und C-Vergleichsmessungen

Mit der gleichen Schaltung lassen sich auch kleinere Kapazitäten und Induktivitäten, wie sie in Hf-Schaltungen Verwendung finden, mit für die Praxis ausreichender Genauigkeit prüfen. Hierzu wird der zu prüfende Kondensator parallel zur Oszillatorspule geschaltet, wo er die Frequenz beeinflußt. Die Stellung des Drehkondensators ist dabei nicht kritisch, sie muß nur genau beibehalten werden, weshalb man am besten einen Anschlag wählt. Man könnte den Kondensator auch parallel zum Drehkondensator legen, was der Zugänglichkeit wegen oft einfacher, bei Spulen aber wegen der mitunter anliegenden Gleichspannung nicht ratsam erscheint. Nun wird der Prüfsender auf Schwebungsnull eingestellt und danach ein Kondensator, der den gleichen Wert wie der zu prüfende haben soll und genau bekannt ist, an Stelle des Prüflings angeschlossen. Ist nun keine Nachstimmung des Prüfsenders nötig, so stimmen die Kondensatoren in ihren Werten überein. Andernfalls ist die Abweichung der Kapazität gleich dem Quadrat der Frequenzabweichung. Es verhält sich

$$\frac{C_1}{C_2} = \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2$$

Mißt man z. B. beim Prüfling (C_1) 300 kHz und beim Vergleichsnormal (C_2) von genau 100 pF eine Frequenz von 270 kHz, so ergibt sich folgende Rechnung:

$$\frac{C_1}{100} = \left(\frac{270}{300}\right)^2 = 0{,}9^2 = 0{,}81$$

$$C_1 = 100 \cdot 0{,}81 \quad C_1 = 81\ \text{pF}$$

Hierbei ist jedoch Bedingung, daß Prüfling und Normalkondensator unmittelbar parallel zur Spule geschaltet und die vorhandenen Kreiskapazitäten totgelegt werden, da diese die Auswirkungen der Kapazitätsänderung unkontrollierbar beeinflussen. Mit Spulen ist umgekehrt zu verfahren, d. h. sie müssen anstelle der ursprünglichen Spule geschaltet werden. Auch die angegebene Formel bleibt gleich, nur wird C_1 zu L_1 und C_2 zu L_2.

Kontrolliert man bei diesen Messungen den Schwingstrom des Oszillators, lassen sich auch Schlüsse auf die Güte des Kondensators (bzw. der Spule) ziehen.

Die wenigen Änderungen am Gerät sind aus dem Schaltbild ersichtlich. Zusätzliche Verbindungen sind stark ausgezogen wiedergegeben. Bei Geräten, in denen die Regelspannung über den Vorkreis zugeführt wird, ist ein Kondensator von 100...200 pF vor das Gitter 1 zu schalten und von diesem ein Widerstand von 1...2 MΩ gegen Masse.

Walter Korn

[1]) Siehe FUNKSCHAU 1957, Heft 16, Seite 457

Nachträglicher Einbau eines UKW-Tuners in Gitterbasisschaltung

Der Eingangsteil von Rundfunk-Empfängern aus den Jahren 1950 bis 1953 entspricht vielfach nicht mehr den heutigen Anforderungen in bezug auf Störstrahlsicherheit, Trennschärfe und Empfindlichkeit. Der nachträgliche Einbau eines neuen Eingangsteiles kann diese Mängel beheben. Wenn der Empfänger die Zwischenfrequenz von 10,7 MHz einwandfrei weiterverarbeitet, und das ist bei Geräten der höheren Preisklasse anzunehmen, lohnt sich diese Modernisierung jederzeit. Zweckmäßigerweise wird dazu ein UKW-Tuner in Gitterbasis-Schaltung verwendet, der einfach einzubauen ist. Diese Schaltung erfordert keine Neutralisation, und sie kann nicht übersteuert werden. Auch besteht keine Schwinggefahr und selbst wenn man die Stufe nicht abgleicht, ist der Leistungsverlust nur gering.

Ein typischer Tuner dieser Art ist der Typ Görler UT 342, dessen Schaltung *Bild 1* zeigt. Das linke System der Duotriode ECC 85 bewirkt eine Hf-Verstärkung in Gitterbasisschaltung. Dies zielt weniger auf hohe Verstärkung hin (mit Zwischenbasisschaltung kommt man etwa 30 % höher), sondern auf das Anheben des Eingangssignals über den Eigenrauschpegel des Gerätes. Das an Masse liegende Gitter der Triode schirmt die Eingangselektrode (Katode) gegen die Ausgangselektrode (Anode) weitgehend ab. Die vom Dipol kommende Senderfrequenz wird transformatorisch in den Katodenkreis eingekoppelt. Er ist in der Fabrik auf die Mitte des UKW-Bereiches abgestimmt. Bei einem solchen Aufbau gelangt nur eine ganz minimale Oszillatorspannung oder ein Anteil von deren Oberwellen zur Antenne. Gemessene Werte lagen zum Teil unter einem Drittel der geforderten postalischen Grenze.

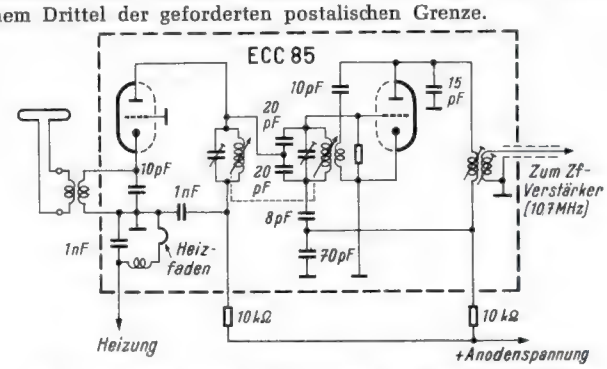


Bild 1. Schaltung eines UKW-Bausteins mit Gitterbasis-Eingangsstufe zum nachträglichen Einbau in ältere Geräte

Das zweite Trioden-System arbeitet als Oszillator. Hier wird die bekannte Brückenschaltung verwendet. Vom kalten Punkt gelangt die verstärkte Hf-Spannung an das Mischgitter. Gemischt wird additiv. Eine Zf-Rückkopplung über 70 pF hebt die Bedämpfung des ersten Zf-Kreises (durch den Innenwiderstand der Mischtriode) auf. Abgestimmt wird durch ein eingebautes Doppelvariometer.

Die Bauelemente des Tuners sind vom Antenneneingang bis zum kompletten ersten UKW-Zf-Filter in einem Druckguß-Aluminium-Gehäuse untergebracht, dessen Boden mit dem dafür vorbereiteten Empfänger-Chassis verschraubt wird. Der Seilzug für die Abstimmung wird am Austritt aus dem Tuner über eine Rolle mit Befesti-

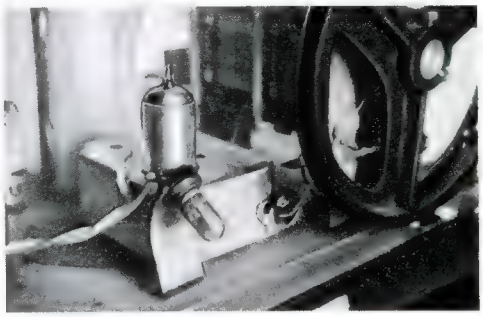


Bild 2. Görler-UKW-Baustein in einem Rundfunkempfänger. Der Seilzug für die Abstimmung führt über eine Umlenkrolle zur Achse des Abstimmkondensators

gungswinkel zur Achse des Abstimmkondensators geführt *(Bild 2)*. Das Variometer ist so gearbeitet, daß der Seilzug einer Drehung von 180° bei einer 6-mm-Achse entspricht, um den UKW-Bereich zu überstreichen.

Die Zwischenfrequenz wird vom Sekundär-Kreis des Zf-Bandfilters über ein 20 cm langes Abschirmkabel abgegeben. Die Eigenkapazität dieses Kabels dient als Kreis-Kapazität. Sie ist beim fabrikatorischen Abgleich eingemessen und darf nicht verändert werden. Dieses Kabel wird zum entsprechenden Umschaltkontakt am Wellenschalter oder Tastensatz geführt.

Fernseh-Service

Störinverter setzt Synchronisierung außer Betrieb

Bei einem Fernsehgerät ließen sich weder Bild noch Zeile synchronisieren. Zunächst wurde ein Fehler im Amplitudensieb vermutet. Die Messung der Betriebsspannungen an den betreffenden Röhren ergab keinen Anhaltspunkt. Die oszillografische Untersuchung zeigte folgendes Bild:

Am Gitter 3 der als erste Abschneidestufe verwendeten Hexode ECH 81 waren Bildinhalt und Synchronimpulse in der vorgeschriebenen Form vorhanden, an der Anode traten dagegen an Stelle der negativ gerichteten Impulse nach beiden Seiten gerichtete spitze Zacken auf, etwa von der bekannten Form der vom Zeilentransformator zum Phasenvergleich zurückgeführten differenzierten Rückschlagimpulse, so daß zunächst auf eine Differenzierung geschlossen wurde.

Um eine Beeinflussung der Kippgeräte durch von außen kommende Störungen auszuschalten, war das Gerät mit einem Störinverter ausgerüstet. Dem Gitter 1 der E(C)H 81 werden die invertierten Störimpulse zugeführt. An diesem Gitter zeigte aber der Oszillograf negativ gerichtete Synchronimpulse von etwa der gleichen Amplitude wie die der positiven Impulse an Gitter 3, wodurch deren Auslöschung im Anodenkreis entsprechend der an sich gewünschten Auslöschung der Störimpulse zustande kam. *Bild 1* gibt einen Schaltbildauszug wieder, *Bild 2* die an Gitter 3, Gitter 1 und Anode abgenommenen Oszillogramme. Die Restimpulsform c an der Anode ist durch eine zeitliche Verschiebung der Impulse a und b zu erklären.

Der Fehler wurde auf mehreren Kanälen beim Empfang verschiedener Sender beobachtet. Als jedoch nach Sendeschluß für die weitere Untersuchung ein Bildmustergenerator mit durchgehend variabler Abstimmung verwendet wurde, zeigte sich, daß die Synchronisierung des Empfängers, allerdings als eine solche geringer Stabilität, einsetzte, sobald der Signalgeber etwa 2 bis 3 MHz neben den jeweiligen Kanal abgestimmt wurde. Auch das Bild war in diesem Fall einwandfrei. Damit war die Fehlerursache erkannt.

Die Misch- und Oszillatorröhre PCF 80 im Kanalwähler wurde gegen eine im gleichen Gerät an unkritischer Stelle befindliche Röhre des gleichen Typs ausgewechselt. Danach konnte das Bild bei richtig abgestimmtem Signalgenerator synchronisiert werden. Eine Kapazitätsänderung der Oszillatorröhre hatte also die Zwischenfrequenz so verschoben, daß die in der unmittelbaren Nachbarschaft der vorgesehenen Bildträgerfrequenz 38,9 MHz liegenden Synchronimpulse in den Durchlaßbereich des auf 35,5 MHz abgestimmten Störaustastfilters in Bild 1 fielen. An der Qualität des Bildes hatte sich diese Frequenzverschiebung des Oszillators nicht erkennen lassen, weil es ja nicht zu synchronisieren war.

Eine anschließend vorgenommene Aufnahme der Durchlaßkurve des Störaustastfilters ergab, daß die Frequenz eines seiner beiden Kreise in Richtung Bildträger etwas verschoben war *(Bild 3)*. Nach genauem Abgleich dieses Filters arbeitete das Gerät dann völlig einwandfrei.

Klaus Hohberg

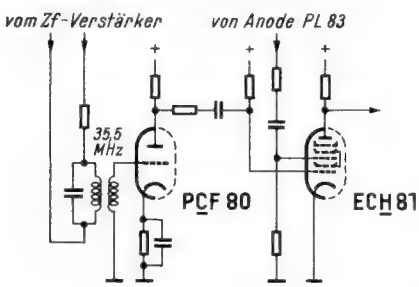


Bild 1. Schaltung des Störinverters

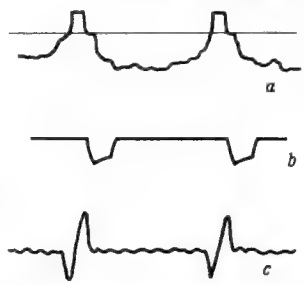


Bild 2. Oszillogramme der Zeilenimpulse; a = am Gitter 3, b = am Gitter 1, c = an der Anode der E(C)H 81

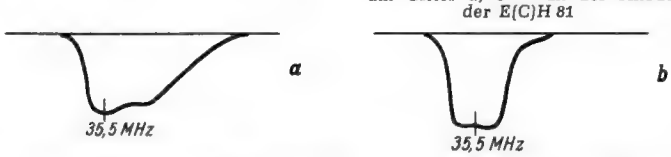


Bild 3. Durchlaßkurve des Störaustastfilters: a = fehlerhaft, b = nach richtigem Abgleichen

Die Rundfunk- und Fernsehwirtschaft des Monats

Der Sommer macht sich nun trotz der längeren Schlechtwetterperioden im Bundesgebiet geschäftlich doch bemerkbar. Allenthalben gehen die Umsätze zurück, nachdem sich die Nachfrage nach Fernsehgeräten unter dem Einfluß der Fußballübertragungen aus Schweden gut gehalten hatte. Mit dem Beginn der Reisezeit – und diesmal verreist der Bundesbürger mehr denn je – kommt zwangsläufig eine Umsatzflaute. Sie wird das große Atemholen vor dem Herbst- und Wintergeschäft sein.

Wie günstig die Lage bisher war, mag aus folgenden Zahlen hervorgehen: Der Rundfunk-, Fernseh- und Phono*großhandel* setzte in den ersten fünf Monaten des laufenden Jahres gegenüber dem gleichen Zeitraum des Vorjahres wertmäßig 40 % mehr um!! Beispielsweise lag der Mai-Umsatz allein um 62 % über dem Mai-Umsatz 1957 und noch um 11 % über dem April-Umsatz 1958 . . . während im Vorjahr von April auf Mai ein Umsatzrückgang um 8 % feststellbar war. – Mit diesem Umsatzplus liegt unsere Branche mit Abstand an der Spitze aller anderen Wirtschaftszweige.

Unsere in dieser Rubrik in Heft 13 ausgesprochene Vermutung, daß sich die meisten Rundfunk- und Fernsehgerätefabriken, die bislang ihre Erzeugnisse für preisgebunden erklärt hatten, bis zum 30. Juni doch noch beim Bundeskartellamt in Berlin zur Verlängerung der Preisbindung einfinden werden, hat sich bewahrheitet. Alle größeren Produzenten meldeten ihre Empfänger in Berlin zur Verlängerung der Preisbindung an und sind nun während einer Übergangsfrist gehalten, die Voraussetzungen dafür zu schaffen. Es müssen Reverse verschickt und unterschrieben wieder eingeholt werden, und es muß zukünftig dafür gesorgt werden, daß die Preisbindung auch wirklich eingehalten wird.

Das gleichzeitig von der Industrie angestrebte Rabattkartell stößt auf erhebliche Schwierigkeiten, u. a. wegen der Haltung der Kartellbehörde hinsichtlich der Gesamt-Rabattierung, d. h. dem Zusammenrechnen aller Einkäufe eines Händlers bei allen Lieferanten. Die Zulässigkeit wird vom Kartellamt vorerst noch verneint, und es ist nicht abzusehen, ob und wann es zu einer positiven Entscheidung kommen wird.

Auf dem Gebiet der Stereofonie ist es, äußerlich gesehen, recht ruhig geworden, während selbstverständlich alle Empfängerfabriken sich mit der Konstruktion von Stereo-Wiedergabegeräten aller Art befassen. Über die ersten amerikanischen Stereo-Platten bringen wir in diesem Heft unter „Kurz und Ultrakurz" eine Notiz; die ersten deutschen Platten werden gemäß der Ankündigung im Oktober herauskommen. Wir sind sicher, daß nach einer gewissen Zeit ebenso wie in den USA auch bei uns Stereo-Schallplatten mit leichter und leichtester Musik geliefert werden . . .

Wie es heißt, will ein bedeutender Unternehmer unserer Branche in Kürze Stereo-Tonbänder herstellen und liefern – ob als Zweispur-Aufnahme oder bereits in der neuen Vierspur-Technik ist nicht bekannt. Grundig kündigte inzwischen sein erstes Stereo-Tonbandgerät an, Telefunken und die übrigen werden wahrscheinlich bald folgen. Nun sind aber Stereo-Tonbandgeräte einigermaßen überflüssig, wenn es keine bespielten Stereo-Tonbänder gibt, denn die Stereo-**Aufnahme** wird für den Amateur nur bedingt von Interesse sein. Stereo-Rundfunksendungen zum Mitschnitt gibt es nicht, und der Umschnitt von Stereo-Schallplatten auf Band bietet auch nur begrenzte Reize – abgesehen davon, daß er verboten ist!

Von hier und dort

Graetz beschäftigte bisher im Werk Bochum 1800 Mann für die Fernsehgerätefertigung. Damit ist diese Fabrik bis in den letzten Winkel ausgelastet, so daß nur noch der Übergang zur Schichtarbeit übrig bleibt. Für diesen Zweck sind jetzt in Bochum weitere 1000 Mitarbeiter eingestellt worden.

Grundig legte den Vertrieb seiner Erzeugnisse in Nordbayern in die Hände einer eigenen Vertriebsgesellschaft mit Sitz in Nürnberg unter der Leitung von Direktor Ed. Kutz. Die bisherige Vertretung, die Firma Bayer, Radio- und Fernsehvertrieb GmbH, bleibt Grundig-Werksgroßhandlung.

Aus dem Geschäftsbericht von Robert Bosch GmbH, Stuttgart, geht hervor, daß die Tochtergesellschaft *Blaupunkt-Werke GmbH*, Hildesheim, im Jahre 1957 ihren Geschäftsumfang kräftig ausweiten konnte. Die neuen Gebäude und Maschinen erforderten jedoch große Investierungen. Der Gewinn wurde den Blaupunkt-Werken vom Mutterhaus belassen. Die Tochtergesellschaft *Deutsche Elektronik GmbH*, Berlin, konnte 1957 nach Bildung von Rücklagen erstmalig wieder einen Gewinn ausweisen. Der Umsatz stieg weiter an.

Zwischen der *Siemens & Halske AG* und der *Radio Corp. of America* wurde ein Abkommen über den Vertrieb von röntgenografischen Feinstruktur-Untersuchungsgeräten aus dem Wernerwerk für Meßtechnik in Karlsruhe geschlossen. Diese Geräte wird die RCA in den USA verkaufen.

Drei bedeutende Unternehmen – *English Electric, Ericson* und *Automatic Telephone* – gründeten in Großbritannien gemeinsam die Firma Associated Transistors Ltd. mit einem Stammkapital von rund 9 Millionen DM für die Entwicklung und Fertigung von Transistoren.

In den ersten vier Monaten dieses Jahres wurden in den USA nur noch 3,5 Millionen Rundfunk- und 1,5 Millionen Fernsehempfänger hergestellt (im gleichen Zeitraum 1957: 5,1 und 1,8 Millionen). Von den 303 000 im April gefertigten Fernsehempfängern enthielten nur noch 22 300 einen Dezimeterwellen-Tuner (April 1957: 42 400).

Bisher haben 16 Firmen der Fachrichtung Elektronik neue Fabriken auf der Insel Puerto Rico im Karibischen Meer gegründet. Das Land, das der Hoheit der USA untersteht, wirbt mit 10jähriger Steuerfreiheit, mit außerordentlich billigen Fabrikgebäuden und genügend Arbeitskräften. Man ermutigt auch europäische Firmen zur Gründung von Zweigfabriken.

In Spanien scheint UKW nur schwer an Boden zu gewinnen. Nur in Madrid arbeitet eine 0,7-kW-Station auf 93 MHz, so daß der Verkauf von AM/FM-Empfängern gering bleibt. Entsprechend einer Vereinbarung der Industrie darf keiner unter 400 DM (umgerechnet) kosten. Dabei ist das Mittelwellenband mit zahllosen kleinen Werbesendern hoffnungslos überfüllt, so daß eine Umstellung auf UKW dringend nötig wäre. Beispielsweise arbeiten allein in Barcelona beinahe ein Dutzend kleiner Mittelwellensender.

kt

Alle Vorteile in einem Gerät

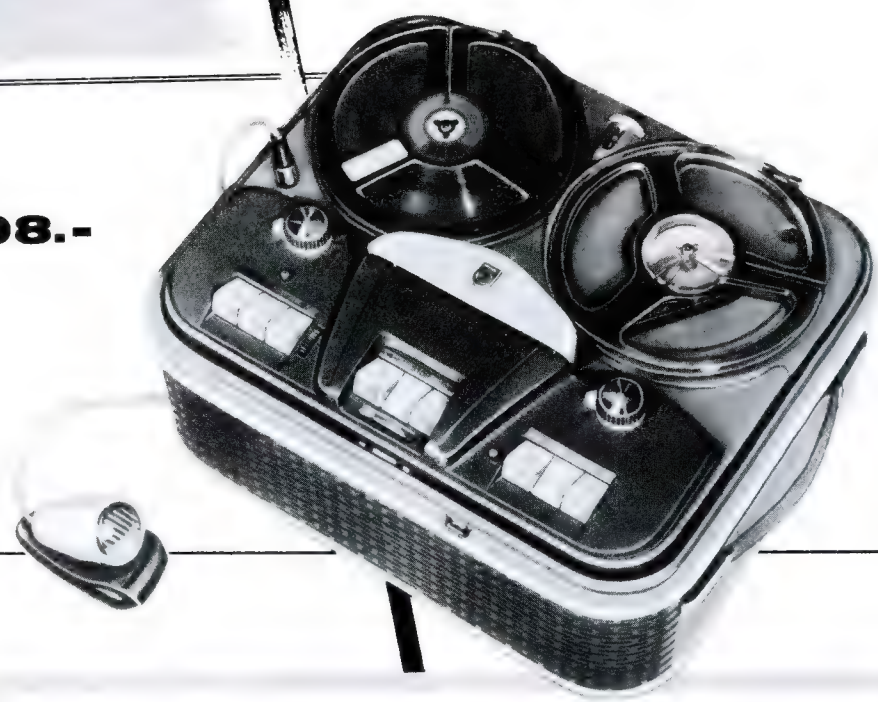
beim neuen Philips Tonbandkoffer RK 40 Type EL 3522

3 Bandgeschwindigkeiten
9 übersichtliche Drucktasten
Philips-Mikro-Tonkopf

4,75 cm/sec. 50 - 8000 Hz
9,5 cm/sec. 30 - 14000 Hz
19 cm/sec. 30 - 20000 Hz

Mithörmöglichkeit
Mischmöglichkeit
Tricktaste

DM 598.-



PHILIPS

Wichtig:

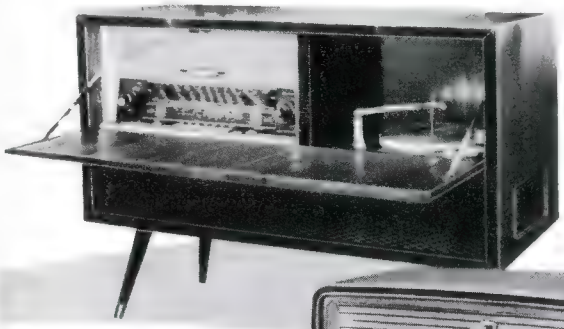
Die Aufnahme urheberrechtlich geschützter Werke der Musik und Literatur ist nur mit Einwilligung der Urheber bzw. deren Interessenvertretungen und der sonstigen Berechtigten, z. B. GEMA, GELU, Verleger, Hersteller von Schallplatten usw. gestattet.

Technische Daten:

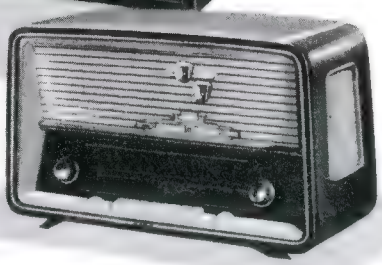
Getrennte Drucktasten für Bandgeschwindigkeiten, Vor- und Rücklauf, Aufnahme und Wiedergabe, Stop und Schnellstop ★ Doppelspuraufzeichnung ★ Internationale Spurlage ★ Anschlußmöglichkeit für Kondensator, Kristall oder dynam. Mikrophon ★ Automatische Endabschaltung ★ Bandzählwerk mit Nullsteller ★ Magisches Band ★ Klangregler für Wiedergabe ★ Mithörmöglichkeit über Kopfhörer ★ geeignet für Vertonung von Schmalfilmen mit den bekannten Synchronisationssystemen ★ Tricktaste ★ Mischmöglichkeit ★ Netzanschluß für 110/127/220/245 V, 50 Hz ★ Leistungsaufnahme 60 W ★ Eingangsempfindlichkeit: Mikrophon 2 mV, Rundfunk 3 mV, Phono 60 mV ★ Ausgangsleistung 3,5 W ★ Impedanz 5 Ohm ★ Röhren EF 86, ECC 83, ECC 83, EL 84, EM 84, OA 91, Selengleichrichter ★ Formschöner Luxuskoffer ★ Abmessungen 400x330x205 mm ★ Gewicht ca. 13,5 kg

1148/558

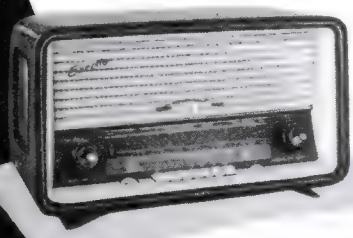
Unser Rundfunk-Programm 1958/59



Musik-Truhe 3961
DM 799.-

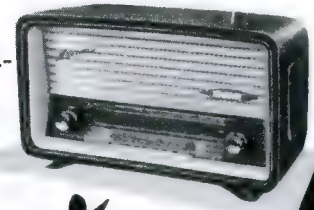


Dynamic 830
mit Dynamic-Expander- und Stereo-Schaltung
DM 478.-



Excello 3950
mit Stereo-Schaltung
DM 399.-

Novum 3930
mit Kurzwellenlupe
DM 299.-

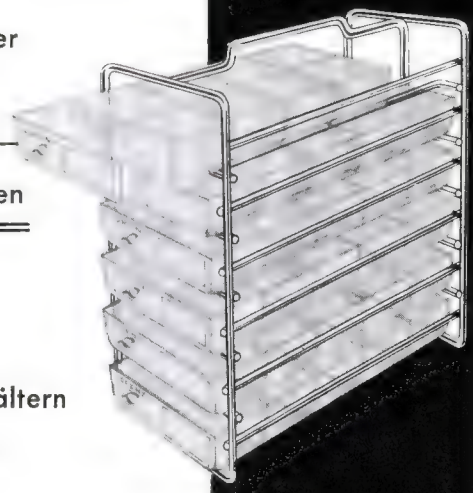


Kenner kaufen

KÖRTING Radio

KÖRTING RADIO WERKE GMBH
GRASSAU/CHIEMGAU

Rationeller produzieren
+ übersichtlicher lagern
= Kosten senken



mit LORENZ-Behältern aus glasklarem Kunststoff

Wir beraten Sie gern.

PAUL E. LORENZ KG.
Steinen/Baden

Für den *Rundfunkhörer* und *Fernseh-Teilnehmer* ist eine Vorbereitung auf die Sendung einer Oper oder Operette die Bedingung für einen vollen Genuß.
Der ideale illustrierte Führer dazu ist

HANS RENNER

DAS WUNDERREICH DER OPER

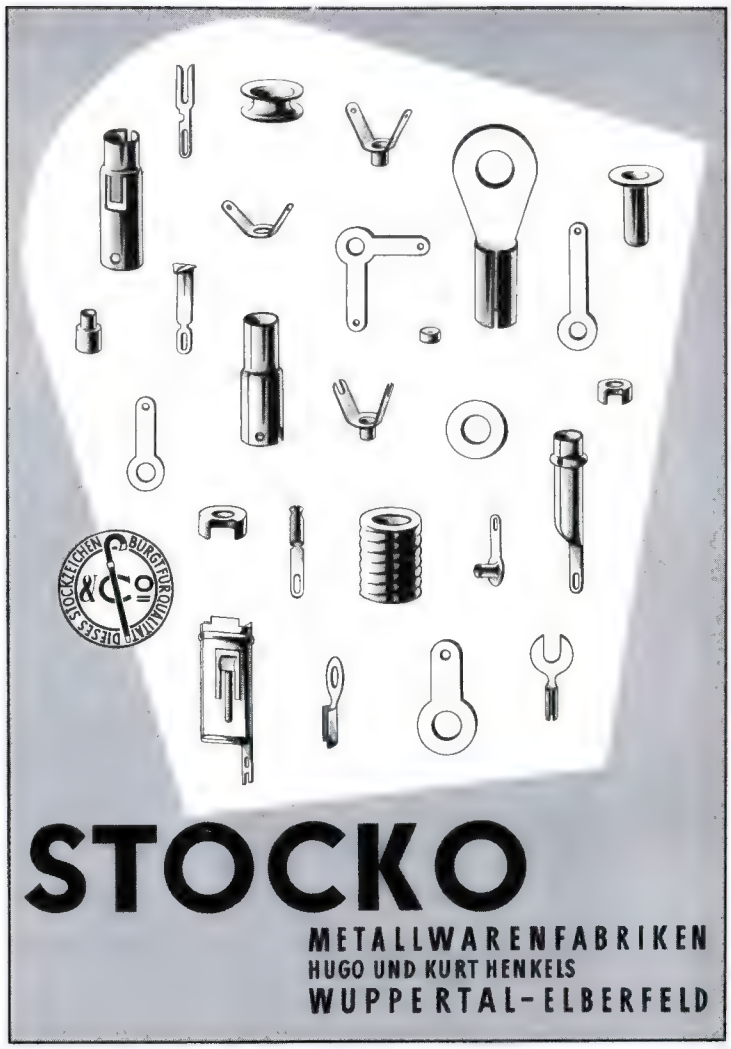
zum *Preis von 6.80* mit 553 Seiten und 101 Zeichnungen im Text in Ganzleinen mit Goldprägung gebunden.

Zu beziehen durch den Buchhändler oder direkt vom

FRANZIS-DRUCK, MÜNCHEN 2
KARLSTRASSE 35

ANTON KATHREIN · ROSENHEIM

Älteste Spezialfabrik für Antennen und Blitzschutzapparate



... werden Ihre Kunden sagen! Mit dem Fix-Einsatz paßt die 17-cm-Platte mit großer Bohrung auf jeden Plattenwechsler mit der „dünnen" Stapelachse wie jede andere Platte!

81

Fordern Sie Muster und Angebot von

WUMO - Apparatebau GmbH., Stuttgart - Zuffenhausen

Stammheimer Straße 91/93

Fi-Cord *hi-fi*-Tonbandgerät

wiegt nur 2 kg
50 – 12000 Hz ± 3 db
19 cm und 4,75 cm pro Sek.
7 Transistoren
aufladbare Batterien

Für weitere Einzelheiten
wenden Sie sich bitte an den
Generalvertreter für Deutschland

Wacker K. G.
Frankfurt a. M. · Stettenstraße 9

FI-CORD LIMITED, 40A Dover Street, London W.1. - England

NEU! NEU! NEU! NEU!

Netto-Preiskatalog 58/59
für Wiederverkäufer
wird kostenlos zugesandt!

GROSSVERTRIEB

Inh. E. Szebehelyi

RADIORÖHREN-GROSSHANDEL · IMPORT · EXPORT

Wir ziehen um: Am 4. August 1958 ins

RIMPEX-HAUS
HAMBURG-GR. FLOTTBEK
Grottenstr. 24 · Ruf: 827137 · Tel.-Adr. EXPRESSROEHRE HAMBURG

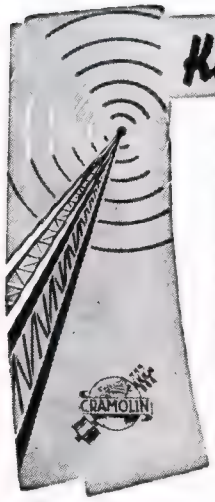
6 Watt Gehäuselautsprecher P 200 GW

Zur Verwendung im Freien, z. B. Garten-, Kommando- und Ortsrufanlagen oder in Werksräumen.

Regen- und spritzwassergeschützt, Gußgehäuse aus Leichtmetall, sowie Leichtmetallrückwand und Abdeckung der Anschlußklemmen, einschließl. der eingebauten, auswechselbaren Sicherung.

Farbe: Grau, Hammerschlaglack
Lautsprecher-System: 11000 Gauß
Übertrager: 100 Volt für 3/4/5/6 Watt
Höhe: 300 mm
Breite: 300 mm
Tiefe: 150 mm
Gewicht: 7 kg
Preis: DM 110.–

Werner Schaffer ELEKTRO-AKUSTIK
LAUTSPRECHER- UND TRANSFORMATORENFABRIK
WEINGARTEN/Baden · Telefon 411 · Fernschreiber 0782660



Kontaktschwierigkeiten?

Alle Praktiker der Hochfrequenztechnik, **UKW-, Fernseh-, Fernmelde- und Meßtechnik** kennen die Schwierigkeiten der mangelhaften Kontaktgabe an Vielfachschaltern

CRAMOLIN hilft Ihnen! – Cramolin beseitigt unzulässige Übergangswiderstände und Wackelkontakte. Cramolin verhindert Oxydation, erhöht die Betriebssicherheit Ihrer Geräte. Cramolin ist garantiert unschädlich, weil es frei von Säuren, Alkalien und Schwefel ist. Wirksam bis –35° C.

CRAMOLIN-SPEZIAL wird angewandt zum Schutz **neumontierter** versilberter Kontakte, ebenso bei Material aus Kupfer, Bronce, Nickel, Messing.

CRAMOLIN-PASTE zur Sicherheit und Instandhaltung von Kontrollern, Kontaktwalzen und allen stromführenden Schaltungen.

Alleinige Hersteller:

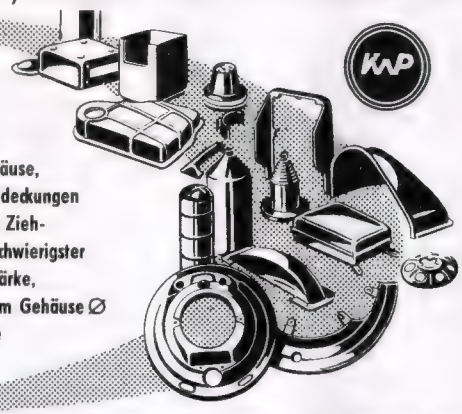
R. SCHÄFER & CO · Chemische Fabrik
(14a) Mühlacker 1 · Postfach 44

MODERNE TELEFON UNIVERSAL ZENTRALE
BAUSTUFE Ia
FABRIKAT TN

für
1 Anschlußorgan für Amtsleitung
3 Anschlußorgane für Nebenstellen
1 Innenverbindungssatz, wegen Erweiterung der eigenen Anlage **preiswert zu verkaufen.**

Rudolf Fritz, Rüsselsheim, Hans-Sachs-Str. 19-21, Ruf Nr. 384
Elektrische Licht- und Kraftanlagen
Reparaturwerkstatt für elektrische Geräte

PRESS-, ZIEH-, STANZ- UND SCHWEISSWERK

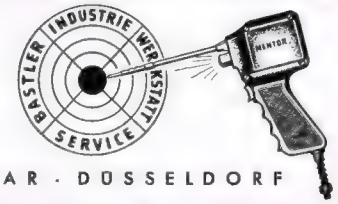


für kaltverformte Blechteile aus Eisen und NE-Metallen, Gehäuse, Töpfe, Kappen und Abdeckungen sowie jegliche Art von Zieh- und Preßteilen, auch schwierigster Art bis zu ca. 5 mm Stärke, Ziehteile bis zu 800 mm Gehäuse ∅ oder 350 mm Ziehtiefe

KRAUS, WALCHENBACH & PELTZER KG STOLBERG (RHLD) GEGR. 1861

Schneller und billiger löten mit

MENTOR-LÖTPISTOLEN



ING. DR. PAUL MOZAR · DÜSSELDORF

Bewährte KW-Empfänger

RIM „Amateur 58"
Rückkopplungsaudion mit 2 NF-Stufen (0-v-2), erweiterungsfähig zum 1-v-2.
Kompletter Bausatz . . . . . DM **139.—**
Ausführliche Bauanleitung . . DM **3.50**

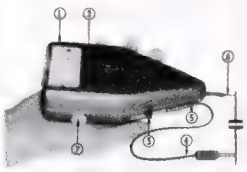
Amateur-Doppelsuper „Geloso G 207 DR" Ein Spitzengerät mit ausgezeichneter Empfindlichkeit und Rauscharmut. Betriebsfertig nur DM **799.—**

Auf Wunsch angenehme Teilzahlung.
Verlangen Sie Angebot!

RADIO-RIM
München 15, Bayerstraße 25

FUNKE-Picomat

ein direkt anzeigender Kapazitätsmesser zum **direkten** Messen kleiner und kleinster Kapazitäten von unter 1 pF bis 10000 pF. Transistorbestückt. Mit eingebautem gasdichten DEAG-Akku und eingebauter Ladeeinrichtung f. diesen. Prosp. anfordern!



Röhrenmeßgeräte, Oszillografen, Röhrenvoltmeter mit Tastkopf (DM 169.50), usw.

MAX FUNKE K.G. Adenau/Eifel
Spezialfabrik für Röhrenmeßgeräte

SPEZIALTRANSFORMATOREN

für Netzwandler
Elektronik
Hochspannung
Modulation
NF- u. Hi-Fi-Technik
Fernsehregelung
Amateure
Neuwicklungen sämtlicher Typen

Qualitäts-Ausführung. Bis 1500 Watt.

INGENIEUR HANS KÖNEMANN
RUNDFUNKMECHANIKERMEISTER · HANNOVER · UBBENSTR. 2

METALLGEHÄUSE

PAUL LEISTNER HAMBURG
HAMBURG-ALTONA · CLAUSSTR. 4-6

Hersteller für FUNKSCHAU-Bauanleitungen · Preisliste anfordern!

FEMEG FERNMELDETECHNIK München, Augustenstr. 16

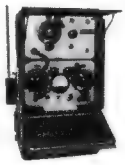
2-m-Sender Marconi, kompl. Sender für das 2-m-Band, ungebr., originalverpackt, Frequenzbereich von 100 – 156 mHz, Sende-Leistung ca. 100 W, mit Netzteil und Modulator, ohne Röhren, in Schrankbauweise mit Einschüben DM 1450. –

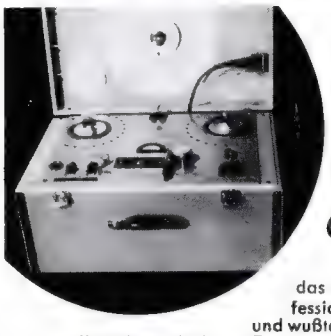
Aus Neuanfertigung wieder verfügbar:

HF-Band-Leitung Z 70, 2x7x0,30 mm, 70 Ω.
Stückpreis für 25-m-Rolle DM 10.50
Stückpreis für 50-m-Rolle DM 20. –
Stückpreis für 100-m-Rolle DM 40. –

Umformer für die Fahrzeugstation, 6 V/610 V – 170 mA, Stückpreis DM 54. –, Umformer DM 34, 12 V/220 V/80 mA, neu à DM 35. –, gebraucht à DM 17.50

Port. Sende/Empfänger, Type WS 48, Frequenz 6 – 9 MHz, variabel; bitte fordern Sie unseren Sonderprospekt und Umbauanleitung für das 80-m-Band an!





Höhere Wünsche ...
bessere Tonaufnahmen, erfüllt

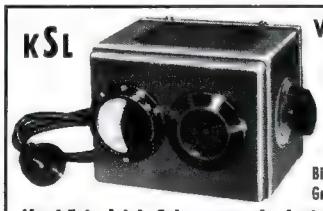
VOLLMER
Magnetton

das neue dreimotorige MTG 9-57, das professionelle Gerät in der Amateurpreisklasse und wußten Sie schon, daß ausländische Rundfunkgesellschaften mit dieser Type ausgerüstet werden? Daß auch wissenschaftliche Institute diese Maschine bevorzugen? Daß entgegen anderer Behauptungen das System der VOLLMER-Studio-Maschinen in fast allen deutschen und vielen ausländischen Sendegesellschaften schon über zehn Jahre bestens eingeführt ist?

Kennen Sie die VOLLMER-Maschinen, wie sie vom Rundfunk verwendet werden? Nein, dann erhalten Sie kostenlos Prospekte von

EBERHARD VOLLMER PLOCHINGEN A. N.

KSL



VORSCHALT-REGELTRANSFORMATOREN
für Fernsehzwecke

Leistung 250 VA Type RS 2 a Regelbereich Prim. 75 - 140 V, umklemmbar auf Prim. 175 - 240 V, Sec. 220 V DM 78.75
Type RS 2 Regelbereich Prim. 175 - 240 V, Sec. 220 V DM 75.60
Diese Transformatoren **schalten** beim Regelvorgang **nicht ab**, daher keine Beschädigung des Fernsehgerätes.
Bitte Prospekte anfordern über weiteres Lieferprogramm.
Groß- und Einzelhandel erhalten die üblichen Rabatte.

Karl Friedrich Schwarz · Ludwigshafen/Rh. Bruchwiesenstraße 25 · Telefon 67446

ANTENNEN zu konkurrenzlosen Preisen mit Coloxydwetterschutz überzogen
UKW-Faltdipol f. Mastbef. a. Leichtm. Rohr **DM 7.60**
UKW-Faltdipol, mit Refl., stabil gebaut nur **DM 14.40**
UKW-Faltdipol, mit Refl. u. Dir. . . . . nur **DM 17.95**
UKW-Rund-Dipol-Antenne für Fensterbef. **DM 5.50**
FS-Antenne, 16-El., 4-Etagen, Kan. 5-8-11 . **DM 77.–**
FS-Bandkabel, wetterf., 240 Ohm, per m . **DM –.15**
Porto- u. verpackungsfr. Liefg. · Katalog kostenlos
SCHINNER-Großvertrieb, Sulzbach-Rosenberg/Opf.
Vertreter gesucht

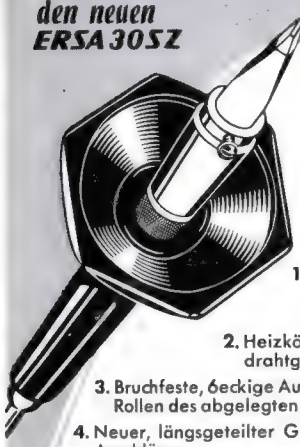
Restposten - spottbillig
120 Wechselrichter KACO, Type 41 S 3, fabrikneu, primär 6 V, sekundär 220 V, 40 W;
ferner 700 Wechselstromnetzteile im Metallgehäuse (21x14,5x7 cm)
primär: 110-127-220-240 V
sekundär: Heizung 1,5 V 450 mA
Anode 120 V 15 mA
HAUS WELLENHOFER · GRASSAU · (CHIEMGAU)

Ch. Rohloff
Oberwinter b. Bonn
Telefon: Rolandseck 289

In Hochschulstadt plane ich Verkaufs- u. Servicestelle für Labor- u. Amateurgeräte (auch Montage von Importgeräten) und suche Kontakt mit Lieferfirmen.
Zuschr. an Nr. 7153 U

Man muß ihn kennen, den neuen ERSA 30SZ

ERSA SEIT 1921



die Weiterentwicklung des bekannten Feinlötkolbens ERSA 30/30 Watt, von dem schon über 100000 Stück in Betrieb sind.

1. Verstärkte, nach dem ERSA-VERFAHREN alitierte Kupferspitze
2. Heizkörperträger mit Nickeldrahtgewebe armiert
3. Bruchfeste, 6eckige Auflegescheibe, die das Rollen des abgelegten Lötkolbens verhindert
4. Neuer, längsgeteilter Griff mit VDE-mäßigen Anschlüssen
5. Serienmäßige Ausrüstung mit dreiadrigem Kabel und Schukostecker ... und noch immer so preiswert!

ERNST SACHS Erste Spezialfabrik elektr. Lötkolben
Berlin-Lichterfelde-W und Wertheim am Main

Verlangen Sie
die interessante Liste 159 C1

Wir suchen:
BC 221
mit Eichbuch und
BC 223
mit Eichbuch
Angeb. unt. Nr. 7150 P

Lautsprecher-Reparaturen
in 3 Tagen
gut und billig
RADIO ZIMMER
K. G.
SENDEN/Jller

Gesucht:
Phonoverstärker für Großserie
Ca. 3 Watt Tonblende oder Hoch- u. Tieftonregler. Evtl. mit Gehäuse. Eilofferten mit Exportrabatt unter Nr. 7151 R

Gleichrichter-Elemente
und komplette Geräte liefert
H. Kunz K. G.
Gleichrichterbau
Berlin-Charlottenburg 4
Giesebrechtstraße 10

Elektrotechnischer Betrieb (Apparatebau)
in Südbaden, ist durch ***freie Kapazitäten*** in der Lage, für ***Elektro - Radio - Fernseh*** Bauteilearbeiten zu übernehmen. Zuschriften erbeten unter Nummer 7156 X

Sonderposten
Elektronenröhren
Z 2 b – Siemens
7 A 8 – Philco
7 C 7 – Philco
VT 4 C – General Electric
orig. verp., neueste Fert. in gr. Stückz. zu äußerst günstigen Preisen zu verk.
Voggenauer München 22
Königinstr. 73, Tel. 33 31 95

Wandel und Goltermann

RUNDFUNK- UND MESSGERÄTEWERK

Wir suchen für unseren Fabrikationszweig Autoradio:

1 Prüffeldtechniker

mit guten theoretischen und praktischen Kenntnissen

1 Rundfunktechniker

für den technischen Kundendienst (evtl. auch Außendienst Süddeutschland). Vorauss. Führerschein III und Fahrpraxis

1 techn. Kaufmann

(Elektro oder Rundfunk) als Assistent der Verkaufsleitung

Sämtliche Stellungen bieten vielseitige und interessante Tätigkeiten sowie gute Ausbaumöglichkeiten.
Wir wünschen solide Kenntnisse, Persönlichkeitswert, Initiative und Freude am Beruf.

Bewerbungen in üblicher Form (handgeschriebener Lebenslauf mit Lichtbild) an unsere Personalstelle erbeten: Reutlingen, Postfach 259

GRUNDIG *sucht*

Konstrukteure

der Feinwerktechnik (HTL oder TH)

für die mechanische Konstruktion von Rundfunkgerätechassis mit den zugehörigen Stanz-, Dreh- und Spritzteilen.

Es werden selbständige Arbeitsbereiche unter guten Bedingungen geboten.

Bewerbungen mit Lichtbild, handgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Angabe der Gehaltswünsche und des frühestmöglichen Eintrittstermines erbitten wir unter Kenn-Nummer 075848 an unsere Personalabteilung.

GRUNDIG WERKE

HAUPTVERWALTUNG FÜRTH/BAY.

RUNDFUNKGERÄTEFABRIK

LOEWE OPTA

Wir suchen **Rundfunkmechaniker**

für unsere Gerätefertigung in Düsseldorf

OPTA-SPEZIAL GmbH.

Düsseldorf-Heerdt · Heerdter-Landstr. 197-199

Westdeutsche Schallplattenfirma sucht

Tontechniker(innen)

für verantwortungsvolle und interessante Arbeiten im tontechnischen Betriebsdienst.

Bewerber(innen) mit einschlägigen Kenntnissen werden gebeten, vollständige Bewerbungsunterlagen mit Lebenslauf, Gehaltswünschen und frühestem Einstellungstermin einzureichen unter Nr. 7161 E an die Expedition dieses Blattes.

Unternehmen eines internationalen Schwachstromkonzerns

in Wien sucht

hochqualifizierte **Entwicklungsingenieure** (Dipl.-Ing.) mit Fachpraxis, welche in der Lage sind, selbständige Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiete der Hoch- und Niederfrequenztechnik durchzuführen. Alter 30 bis 40 Jahre.
Handschriftliche Bewerbungen und Zeugnisabschriften erbeten unter Nr. 7155 W „Interessanter Aufgabenbereich und Dauerstellung" an Franzis-Verlag, München 37, Karlstr. 35

Für

LABOR und PRÜFFELD

suchen wir

TECHNIKER und MECHANIKER

der Fachrichtung Radio- und Hochfrequenztechnik. Es kommen auch Herren in Frage, die sich gute und wirklich gründliche Kenntnisse der HF-Technik durch Selbststudium angeeignet haben. Unsere Aufgaben sind ungewöhnlich vielseitig und abwechslungsreich. Sie bieten Technikern, die an ihrem Beruf Freude haben, ein sehr interessantes Arbeitsgebiet und den Anschluß an die modernste Entwicklung der HF-Technik.

ROHDE & SCHWARZ

Ihre ausführliche Bewerbung senden Sie bitte an die Personalabteilung, München 9, Tassiloplatz 7.

sucht für das Fernseh-Labor

- **Drei Entwicklungs-Ingenieure**
  für interessante Aufgaben
- **mehrere Meßtechniker**
  für vielseitige Laboruntersuchungen
- **mehrere Rundfunkmechaniker**
- **einen Betriebsassistenten**
  zur Unterstützung des technischen Leiters

Wir bieten gute Bezahlung und angenehmes Arbeitsklima in der landschaftlich schönen Umgebung des Harzes.

Die üblichen Bewerbungsunterlagen mit frühestem Antrittstermin sind zu richten an:

IMPERIAL
RUNDFUNK- UND FERNSEHWERK GMBH
OSTERODE (Harz)

Persönlichkeit für den Verkauf

die mit Freude und Begeisterung für diese schöne Aufgabe sich einsetzen will, sucht das größte Fachgeschäft in Frankfurt/M. (Funkberater)

Bewerbung mit Unterlag. u. Gehaltsansprüchen an

Radio Diehl **FRANKFURT a. M.** Kaiserstraße 5

Jüngerer lediger
Rundfunk- u. Fernsehtechniker
für Kunden- und Außendienst von führendem Radio- u. Fernsehfachgeschäft im Schwarzwald gesucht. Weiterbildung oder Umschulung ist möglich. Geboten wird beste Bezahlung bei angenehmem Betriebsklima. Führerschein ist erwünscht, jedoch nicht Bedingung. Bewerbungen unter Nr. 7149 N erbeten.

Perfekter und selbständig arbeitender
Fernseh- und Radiotechniker
für den Innen- u. Außendienst in angenehme Dauerstellung für Anfang September oder später gesucht. Schriftliche Bewerbung mit Gehaltsansprüchen erbeten an
MUSIK-MAYER · Stuttgart-Bad Cannstatt
Marktstraße 14 · Gegründet 1897

Großunternehmen, das auf dem Rundfunk- und Fernsehsektor tätig ist, sucht qualifizierte

Ingenieure der Hochfrequenztechnik

in den Fachrichtungen Fernsehtechnik oder Rundfunk- und Ela-Technik.

Auf dem Gebiete der Fernsehtechnik werden gute Kenntnisse in der Meßtechnik und umfassende Industrie-Erfahrungen zur Qualitätsbeurteilung von Fernsehgeräten erwartet.

Ingenieure der Rundfunk- und Ela-Technik, die gute Kenntnisse in der Meßtechnik besitzen und verbindliche Urteile über Rundfunk-, Phono- und Tonbandgeräte fällen können, erhalten den Vorzug.

Bewerbungen mit handgeschriebenem, lückenlosem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Referenzen, unter Angabe des Gehaltswunsches und des frühestmöglichen Eintrittstermins sind zu richten an den Franzis-Verlag unter Nr. 7154 V.

Für unsere Rundfunk- und Fernseh-Reparatur suchen wir einen
Werkstätten-Leiter in Dauerstellung

Bewerber sollten die Meisterprüfung haben und einen gut eingerichteten Reparaturbetrieb selbständig leiten können. Bewerbungen erbitten wir an

MAX OSTERODE Musik · Radio · Fernsehen
Stuttgart S · Hauptstätter Straße 55 · Telefon 7 77 09 / 70 89 31

Radio- und Fernsehtechnikermeister
Meisterschule Karlsruhe

29 Jahre, verh., z. Z. in ungekündigter Stellung, gute Kenntnisse auf dem Gebiet der Rundfunk- und Fernsehtechnik in Service und Verkauf, Führerschein 3. Mehrjährige Tätigkeit in Industrie und Einzelhandel. Sucht ausbaufähige Dauerstellung im Einzelhandel als Werkstatt- oder Filialleiter. Angebote erbeten unter 7162 F.

KLEIN-ANZEIGEN

Anzeigen für die FUNKSCHAU sind ausschließlich an den FRANZIS-VERLAG, (13b) München 37, Karlstraße 35, einzusenden. Die Kosten der Anzeige werden nach Erhalt der Vorlage angefordert. Den Text einer Anzeige erbitten wir in Maschinenschrift oder Druckschrift. Der Preis einer Druckzeile, die etwa 25 Buchstaben bzw. Zeichen einschl. Zwischenräumen enthält, beträgt DM 2.–. Für Zifferanzeigen ist eine zusätzliche Gebühr von DM 1.– zu bezahlen.

Zifferanzeigen: Wenn nicht anders angegeben, lautet die Anschrift für Zifferbriefe: FRANZIS-VERLAG, (13b) München 37, Karlstraße 35.

STELLENGESUCHE UND -ANGEBOTE

Gesucht wird jg. Rundfunkmechan., perfekt in sämtl. Reparaturen der Rundfunk- und Fernsehtechnik in gut eingeführtes Rundfunk- u. Fernsehgeschäft i. ein. Kreisstadt Niederbayerns. Zi u. Verpflegung unt. Umständen vorhd. Zuschr. mit Gehaltsforderung u. Angabe des Eintrittstermins bitte ich u. **Nr. 2323** an d. Verlag d. Funksch.

Erfahr. Radio - Fernsehtechn. für selbst. Dauerstellung von Augsburger Fachgeschäft ges. Zuschr. erb. unter Nr. 7147 L

VERKAUFE

Tonbandamateure! Verlang. Sie neueste Preisliste über Standard- u. Langspielband und das neue SUPER-Langspielbd. m. 100% läng. Spieldauer Tonband-Versand Dr. G. Schröter, Karlsruhe-Durlach, Schinnrainstr. 16

Perpetuum-Ebn.-Ultra-Hi-Fi-Phonochass., 3-tour., Magn.-Syst., Vorverst., kaum gebr. (Neupreis 230.– DM) f. 180.–. Ang. unter Nr. 7148 M

KW-Super BC 348 zu vk. H. Lochböhler, Weinheim, Bergstr., Elisabethstr. 4

SUCHE

Radio - Röhren, Spezialröhr., Senderöhren geg. Kasse zu kauf. gesucht. **Intraco GmbH.,** München 2, Dachauer Str. 112

Röhren aller Art kauft geg. Kasse Röhr.-Müller, Frankfurt/M., Kaufunger Straße 24

Röhrenangeb. bitte an Tulong GmbH., München 15, Schillerstr. 14. T. 593513

Labor - Instr., Kathographen, Charlottenbg. Motoren, Berlin W. 35

Meßgeräte, Röhren, EW, Stabis sowie Restposten aller Art. **Nadler, Berlin-Lichterfelde,** Unter den Eichen 115

Radio - Röhren, Spezialröhr., Senderöhr. gegen Kasse zu kauf. gesucht. **SZEBEHELY,** Hamburg-Altona, Schlachterbuden 8

Kaufe Röhren, Gleichrichter usw. **Heinze, Coburg,** Fach 507

Rundfunk- und **Spezialröhren** all. Art in groß. und kleinen Posten werden laufend angekauft. **Dr. Hans Bürklin,** Spezialgroßhdl. **München 15,** Schillerstr. 27, Tel. 55 03 40

Tonbandgerät f. Anschl. i. Kfz., nur Wiedergabe o. Verstärk. u. Lautspr. Zuschr. unt. Nr. 7163 G

VERSCHIEDENES

Bedeut. Pariser Firma sucht **Generalvertretung** deutscher Firmen, die in Frankreich vertreten sein möchten und die **Transistoren, Fernsehger., Radioger., Musiktruh., Magnetophone** liefern. Ang. an **Discobole,** Gare St. Lazare, **Paris 8e.**

Graetz **FERNSEHEN**

RADIO

Für Radioprüffeld, Radio- und Fernsehmusterbau und Betriebslabor

RUNDFUNK- UND FERNSEHMECHANIKER

gesucht. Für ledige bzw. lediggehende Bewerber können sofort je nach Wunsch in modernst eingerichteten Ledigenwohnheimen Unterkünfte oder nette möblierte Zimmer gestellt werden.

Schriftliche Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen erbittet

GRAETZ KG. · ALTENA/WESTF.
Personalabteilung

Gesucht wird für bedeutende Rundfunk- und Fernsehgroßhandlung in Saarbrücken

FERNSEHSPEZIALIST

Neben dem allgemeinen Reparaturdienst soll der Bewerber den Ein- und Verkauf von Rundfunk- und Fernsehteilen selbständig vornehmen können.
Bewerbern mit überdurchschnittlichen Leistungen wird entwicklungsfähige Dauerstellung geboten.
Bewerbungen mit handgeschriebenem Lebenslauf und den üblichen Unterlagen erbeten unter Nr. 7160 D.

Tüchtiger **Rundfunkmechanikermeister** oder **Techniker** als Werkstattleiter gesucht.
Bestbezahlte Dauerstellung in mittlerer Kreisstadt Ostfrieslands
Bewerbung unt. Nr. 7152 T erbeten

Teilzahlungs-Verträge und Karteien
Muster gratis
RADIO-VERLAG EGON FRENZEL
Postfach 354
Gelsenkirchen

Wir suchen

Fernsehtechniker

mit guten Reparaturkenntnissen für den Innen- und für den Außendienst mit Führerschein für sofort oder später in Dauerstellung.

Schriftliche Bewerbungen mit Gehaltswünschen erbeten.

RADIO-RIM
München 15, Bayerstraße 25

Frohe Fahrt und Sicherheit

Musik, Neueste Nachrichten und Straßenzustandsberichte — ein Becker-Autosuper hält Sie in lebendiger Verbindung zur Welt. Er unterhält und hält Sie wach — zu Ihrer Sicherheit.

Fahre gut — und höre Becker!

Max Egon Becker · Karlsruhe
Autoradiowerk Ittersbach über Karlsruhe 2

Unabhängig vom Autoradiospezialwerk baut Max Egon Becker nun auch Flugfunkgeräte in einem neuen Werk in Baden-Oos

becker *Monte Carlo*

leistungsfähiger, raumsparender Einblocksuper für LW und MW. Voller klarer Ton, hohe Selektivität, automatischer Schwundausgleich

schon ab **169.-** DM (ohne Zubeh.)

becker *Europa*

Preisw. Drucktastensuper in 3 Typen mit versch. Wellenbereichen: LMU oder LM oder M. Größte Fahrsicherheit durch einfachste Bedienung.

ab **255.-** DM (ohne Zubeh.)

becker *Mexico*

er war der erste vollautomatische Autosuper der Welt mit UKW. Elektronisch gesteuert stellt er jeden Sender absolut trennscharf selbst ein.

In Univers.-Ausf. **585.-** DM

becker *autoradio*

In Österreich: Hansa Import Export GmbH, Salzburg, Franz-Joseph-Straße 13. Für die Schweiz: Telion AG, Zürich, Albisriederstraße 232

Tüchtiger

Radio-Fernseh-Techniker

mit besten Reparaturerfahrungen für alle Markenfabrikate nach Aachen gesucht — evtl. mit Wohnung.

Ausführliche Bewerbungen erbeten m. Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften u. Gehaltsanspr. unter Nr. 7164 H

---

2 Rundfunkmechaniker, 20 und 19 Jahre, suchen

Arbeitsstelle in Afrika

Abgeschlossene Facharbeiterprüfung im Rundfunk- und Elektrohandwerk. Selbständiges Ausführen von Rundfunk- und Fernseh-Reparaturen.

Angebote bitte an Funkschau unter Nummer 7157 Z

Kundendiensttechniker

Z. Z. ungek., 34 J., verh., langjhr. Praxis in der Reparatur v. Fernseh-, Rundfunk- u. Phonogeräten, mit eig. Fahrzeug, sucht neuen Wirkungskreis ab 1. 10. 58 als Kundendiensttechniker im Raum Oberbayern.

Angebot erbeten unter Nummer 7159 B

Radio - Fernseh - Elektro - Fachgeschäft

mit gutem Kundenstamm. Umsatz 100 000 DM ohne besondere Werbung in Industriestadt in Niedersachsen, krankheitshalber **zu verkaufen.** Warenbestand von 20 000 DM kann mit übernommen werden. — Angebote unter Nr. 7158 A

Kompletter Bausatz

zum

Geiger-Müller-Zähler

laut Bauanleitung in diesem Heft

DM 190.-

einschließlich Ladeeinrichtung

liefert:

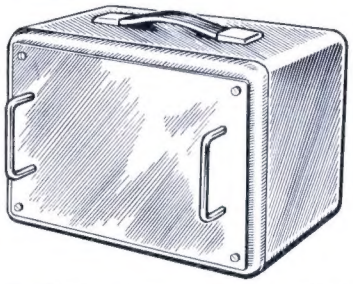
ACO

Versand von Bauteilen für die Funktechnik

Eigene Werkstätte

München 9 · Scharfreiterstraße 9

ZEISSLER **Blechgehäuse**



Stahlblechgehäuse zum Einbau von Meßgeräten, Transformatoren usw.

Verlangen Sie meine ausführlichen Preislisten.

ROLAND ZEISSLER, TROISDORF / RHLD.
Ringstraße 50, Tel. Siegburg 70 26

RADIO- Röhren / Teile / Geräte **preisgünstig**

Sowie alle Elektro-Geräte

Bitte meine neue umfangreiche Liste anfordern!
(Nur für Wiederverkäufer)

W. Witt
Elektro- u. Rundfunkgroßhandlung
Nürnberg, Aufseßplatz 4, Tel. 45907
3 Minuten vom Bahnhof

Heinrich Zehnder Fab. f. Antennen u. Radiozubehör Tennenbronn/Schwarzw.

STUZZI *Magnette*

Das neue Transistor-

Batterie-Tonband-Gerät

- **Mit 4 Taschenlampenbatterien** (Flachbatt.) bis zu 100 Betriebsstunden
- **2 Bandgeschwindigkeiten (9,5 und 4,75 cm/sec)** lassen Aufnahmen sowie Wiedergaben in Sprache (Konferenzen, Diktate, Telefongespräche) und Musik zu.
- **Der eingebaute Lautsprecher** gewährt eine naturgetreue Wiedergabe. Schneller Vor- u. Rücklauf sowie die eingebaute Banduhr sichern kurzfristige Einstellungen. **Der technische Aufbau** bestimmt die hohe Leistungsfähigkeit des STUZZI-MAGNETTE-Tonbandgerätes.

Stromart: Batteriebetrieb 4x4,5 Volt; Tonspur: doppelspurig nach internationaler Norm; **Frequenzumfang: 80-9000 (4000) Hz.**; Bestückung: Transistoren OC 360, 3 x OC 304, 2 x OC 308, OC 302, Röhre DM 71, Germaniumdioden OA 70, OA 85

Alleinvertrieb in der Bundesrepublik:

BENTRON GMBH München 2, Dachauer Str. 112, Fernschr. 0523310, Tel. 63141

VALVO

Fernsehröhren

Fernseh-Bildröhren mit innen verspiegeltem Leuchtschirm

AW 43-80	43 cm elektrostatisch fokussierte Bildröhre für 90° Ablenkung
AW 53-80	53 cm elektrostatisch fokussierte Bildröhre für 90° Ablenkung
MW 43-69	43 cm magnetisch fokussierte Bildröhre für 70° Ablenkung
MW 53-80	53 cm magnetisch fokussierte Bildröhre für 90° Ablenkung
MW 61-80	61 cm magnetisch fokussierte Bildröhre für 90° Ablenkung

Fernseh-Empfängerröhren

PABC 80	Ton-Demodulator, NF-Verstärker
PC 86	Vor- und Mischröhre im Dezimetergebiet
PCC 84	Cascodeverstärker
PCC 85	Mischröhre und Oszillator
PCC 88	Cascodeverstärker
PCF 80	Mischröhre, ZF-Verstärker, Amplitudensieb, Sperrschwinger, Multivibrator
PCF 82	Mischröhre
PCL 82	Vertikal-Ablenk-Endstufe, Sperrschwinger, Multivibrator, NF-Verstärker, Ton-Endstufe
PCL 84	Video-Endstufe, Triode für getastete Schwundregelung, Amplitudensieb, Synchronisationsverstärker
PL 36	Horizontal-Ablenk-Endstufe
PL 81	Horizontal-Ablenk-Endstufe
PL 82	Vertikal-Ablenk-Endstufe, Ton-Endstufe
PL 83	Video-Endstufe
PL 84	Ton-Endstufe
PM 84	Abstimmanzeige
PY 81	Booster-Diode
PY 82	Netzgleichrichter
EAA 91	Video- oder Ton-Demodulator, Phasenvergleichsstufe
ECC 82	Sperrschwinger, Multivibrator
ECL 80	Sperrschwinger, Amplitudensieb, Ton-Endstufe
EF 80	Bild- und Ton-ZF-Verstärker, Video-Verstärker
EH 90	Amplitudensieb
EY 86	Hochspannungsgleichrichter
DY 86	Hochspannungsgleichrichter

VALVO GMBH HAMBURG 1

Bez.15
Hans Schimmel
Tal 10/IV 1k.

110558/203a